



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

QC

19

.N78

1767

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE;

Jean Antoine
Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale
des Sciences, de la Société Royale de Londres,
de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique
& d'Histoire Naturelle des Enfants de France, &
Professeur Royal de Physique Expérimentale au
College de Navarre.

TOME CINQUIEME.

Troisième Edition.

A P A R I S,

Chez HIPPOLYTE-LOUIS GUERIN, &
LOUIS-FRANÇOIS DELATOUR, rue
S. Jacques; à S. Thomas d'Aquin.

M. DCC. LXV.

Avec Approbation & Privilege du Roi.



AVERTISSEMENT.

CET Ouvrage ayant eu le bonheur de plaire au public ; je me suis appliqué de plus en plus à le rendre digne de son suffrage. Je veille moi-même très-soigneusement à l'impression & à la réimpression des Volumes ; pour les rendre corrects , & je n'épargne rien pour le papier ; les desseins & la gravûre ; mais je vois avec chagrin que ces attentions de ma part n'ont pas tout le succès que j'en attendois. Il se répand en France & dans les Pays Etrangers des exemplaires contrefaits qui fourmillent de fautes , & qui se ressentent , on ne peut pas plus , de la disette où

a ij

iv *AVERTISSEMENT.*

l'on est en province de Correcteurs intelligents, exacts, & de Graveurs propres à ces sortes d'Ouvrages. Je supplie donc les personnes qui auront fait emplette de ces mauvaises copies, de vouloir bien ne me point imputer les négligences, les obscurités, les omissions, les contrefens qu'elles y trouveront ; je désavoue entièrement ces Editions furtives, & ne reconnois pour mon Ouvrage, que ce qui est contenu dans celles qui se font sous mes yeux, à Paris, chez les sieurs *Guerin & Delatour*.

Ces mêmes Libraires m'ont représenté que ce cinquième Tome de mes Leçons de Physique ayant 100 pages d'impression, & 4 ou 5 planches en taille-douce, plus que les précédens,

AVERTISSEMENT.

il ne leur étoit pas possible de le vendre au prix ordinaire, j'ai consenti à une augmentation de 10 s. pour ce Volume seulement, & sans tirer à conséquence pour les autres; de sorte, qu'au lieu de 2 liv. 10 s. il se vendra 3 liv. en feuilles, & 3 liv. 2 s. 6 d. broché.

EXTRAIT DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences.

Du 15. Mars 1754.

M DE REAUMUR & moi, qui avons
été nommés le 3 Août 1754, pour
examiner le *cinquieme Volume des Leçons de*
Physique Expérimentale de M. l'Abbé Nollet,
en ayant fait notre rapport, l'Académie a jugé
cet Ouvrage digne de l'impression : en foi
de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris,
ce 15 Mars 1755.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale
des Sciences.



AVIS AU RELIEUR.

Les Planches doivent être placées de manière qu'en s'ouvrant elles puissent sortir entièrement du Livre, & se voir à droite dans l'ordre qui suit.

TOME CINQUIEME.

	<i>Pages.</i>	<i>Planches.</i>
XV. LEÇON.	64	1
	78	2
	116	3
	138	4
XVI. LEÇON.	178	1
	194	2
	206	3
	226	4
	242	5
	270	6
	294	7
	310	8
	318	9
	334	10
XVII. LEÇON.	362	1
	376	2
	402	3
	426	4
	480	5
	528	6
	550	7
	556	8
	566	9
	580	10
		LEÇONS

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.



XV. LEÇON.

Sur la Lumière.

PLUS nous avançons dans l'étude de la nature, plus nous sommes frappés de la grandeur & du nombre des merveilles qui s'y rencontrent. Dans les deux dernières Leçons nous avons vu comment tout subsiste & se conserve au milieu d'un élément capable de tout détruire, de tout consumer: nous avons vu le feu intimement mêlé avec toutes les autres substances matérielles sans que rien périsse par

XV.
LEÇON.

Tome V.

A

2 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV. son action spontanée ; parce que cette
LEÇON. action toujours trop foible d'elle-même & comme assoupie , ne peut être excitée ou augmentée que par certains moyens dont l'homme , est seul dépositaire parmi tant d'êtres animés qui en ressentent comme lui les effets. Présentement , il s'agit d'un fluide , qui nous faisant passer dans un clin d'œil des plus épaisses ténèbres à cet état inexprimable qu'on nomme clarté , nous donne presque une autre existence , nous fait sortir , pour ainsi dire , hors de nous-mêmes , pour aller au-devant des objets les plus éloignés , & pour entrer en commerce avec eux. La *lumière* qui nous procure ces grands avantages nous rend encore capables de diriger nos mouvemens avec sûreté , & de mettre dans nos actions l'ordre & la mesure qui leur conviennent : elle donne la couleur & l'éclat à toutes les productions de la nature & de l'art ; elle multiplie l'univers en le peignant dans les yeux de tout ce qui respire.

Cet être admirable & presque incompréhensible que les anciens ont

regardé comme un accident de la matière, & que quelques auteurs très-distingués de ces derniers temps ont voulu mettre dans une classe moyenne au-dessus des corps, n'osant pas sans doute l'élever jusqu'au rang des esprits, cet être, dis-je, si difficile à saisir & à dévoiler quand il s'agit de sa nature & de sa propagation, se soumet assez aisément au calcul, aux mesures, à l'expérience, lorsqu'on s'en tient à examiner ceux de ses mouvemens qui ont un rapport plus direct & plus prochain avec nos sens. Si nous sommes donc obligés de nous arrêter à des hypothèses & à des raisonnemens seulement plausibles, pour satisfaire à des questions de pure curiosité, nous pouvons dire que dans celles dont la solution nous intéresse davantage, nous avons à offrir des connoissances plus certaines & mieux établies.

Pour suivre les unes & les autres avec ordre, examinons d'abord ce que c'est que la lumière, où elle réside, & comment elle se répand de sa source dans l'espace qu'elle éclaire.

4 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV. LEÇON.

Considérons en second lieu les directions qu'elle affecte de suivre dans ses mouvemens, ce qui peut l'en faire changer, & les routes qu'elle prend quand elle en change.

Essayons ensuite de la décomposer, & voyons quelles sont les propriétés de ses parties séparées les unes des autres.

Enfin, parcourons les principaux effets de la lumière, tant simple que composée, relativement à l'organe de la vue & aux instrumens qui aident ou qui augmentent la vision.

I. SECTION.

De la nature & de la propagation de la Lumière.

J'ENTENDS par le mot de *lumière* le moyen dont la nature a coutume de se servir pour affecter l'œil de cette impression vive & presque toujours agréable qu'on appelle *clarté*, & pour nous faire appercevoir la grandeur, la figure, la couleur, la situation des objets qui sont hors de nous-mêmes à une

distance convenable. Ce moyen, quel qu'il soit, est un être distingué du corps visible & de l'organe ; il réside comme interméde entre l'un & l'autre, & il occupe par lui-même & par son action l'intervalle qui les sépare : sans cela il me paroît impossible de comprendre comment un corps peut agir sur un autre corps.

Mais cet agent qui transmet à l'œil l'action du corps lumineux ou illuminé doit être lui-même quelque chose de matériel ; autrement comment pourroit-il recevoir & communiquer une modification qui ne peut convenir qu'à la matière ? comment pourroit-il être touché ou agité physiquement par l'objet visible, & toucher de même l'organe sur lequel il se fait sentir ? Cette réflexion seule devroit suffire pour nous faire comprendre que la lumière est l'effet d'une matière en mouvement ; mais cette vérité se montre d'ailleurs par tant d'endroits, qu'il est impossible de la révoquer en doute, pour peu qu'on raisonne suivant les principes les plus généralement reçus en physique. Pourquoi, par exemple, ne peut-on pas regarder

6 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON. le soleil en face? Par quelle raison les gens qui ont la vue tendre ne voyagent-ils qu'avec peine ayant les yeux ouverts sur la neige ou sur un terrain blanc? D'où vient qu'une personne accoutumée à dormir dans une chambre bien obscure, s'éveille plutôt que de coutume, si l'on a oublié de fermer les volets de ses fenêtres? Tous ces effets ne prouvent-ils pas que la lumière nous touche, nous incommode, nous blesse même, quand ses impressions se font mal-à-propos, ou qu'elles sont trop fortes? & quelle autre substance qu'une matière, peut se faire sentir ainsi sur nos corps? D'ailleurs nous sommes les maîtres d'augmenter, de diminuer, de renfermer la lumière dans un espace; tous les jours il nous arrive de mesurer ses mouvemens, de la détourner, de lui opposer des obstacles: nous ne pourrions pas en user ainsi avec un être immatériel, parce qu'il seroit insaisissable à nos sens & à nos efforts.

Nous conviendrons donc avec tous les Physiciens de nos jours, que ce qui répand la clarté dans un lieu, ce qui rend visibles les objets qu'on y

apperçoit, est une vraie matière, dont l'action peut être plus ou moins forte suivant les circonstances. Mais quelle est cette matière, & comment se trouve-t-elle dans le lieu où elle se fait sentir ? c'est une autre question sur laquelle les sentimens sont partagés.

Selon la pensée de Descartes & de ceux qui suivent exactement sa doctrine, la matière propre de la lumière est un fluide immense, dont les parties plus petites qu'on ne le peut dire & arrondies en forme de globules, remplissent uniformément & sans interruption toute la sphère de notre univers : le soleil qui en occupe le centre, les étoiles fixes qui en sont comme les limites, & tous les corps qui s'enflamment, sur la terre & ailleurs, animent cette matière par un mouvement qui ne la transporte pas d'un lieu dans un autre, mais qui l'agite par une espèce de trémoussement en quelque façon semblable à celui qui fait le son dans l'air ; de sorte que l'astre ou le corps flamboyant devient par là le centre d'une sphère lumineuse à peu près de même qu'une cloche, ou tout autre corps sonore qu'on met

XV.
LEÇON.

8 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON.

en action , fait resonner au loin & de toutes parts la masse d'air au milieu de laquelle il est placé.

Quand on attribue, comme Descartes, aux parties de cet élément qui porte la lumière, ou dont l'action est la lumière même, une contiguité parfaite & une inflexibilité à toute épreuve, on se met en droit de dire avec lui, qu'il ne faut qu'un instant indivisible pour transmettre l'impulsion du corps lumineux à la plus grande distance : une file de ces globules, aussi longue qu'elle puisse être, étant pressée par un bout, doit agir en même temps par l'autre comme une tringle de fer ou de bois transmet sans aucun retardement sensible le coup de marteau qu'on imprime à l'une de ses extrémités, ou comme on voit le choc d'une boule d'ivoire passer subitement par un grand nombre de boules semblables qui se touchent ayant leurs centres dans la même ligne : & cette prétention répond fort bien au mouvement de la lumière qui paroît instantanée, parce que nous lui voyons parcourir sur la terre des espaces considérables

dans des tems si courts que nous avons presque renoncé à l'espérance & au dessein de les mesurer. XV.
LEÇON.

Telle a été l'opinion de Descartes sur la nature de la lumière, & sur sa manière de se répandre : opinion qui a dû souffrir quelques changemens ; parce qu'on a fait depuis certaines découvertes qui l'exigeoient, mais dont le fonds qui peut subsister, me semble si naturel, si plausible, si commode pour rendre raison des phénomènes, que je ne crains pas de dire, qu'elle eût été l'opinion de tout le monde, si des intérêts particuliers n'y eussent mis empêchement. Newton lui-même l'auroit peut-être adoptée, si un milieu résistant dans la vaste étendue des cieux lui eût paru compatible avec le système des attractions, ou s'il eût osé dire bien ouvertement que la lumière est un être incapable de résistance.

Suivant le sentiment de ce grand homme (a) & de ceux qui sont

(a) C'est aussi l'opinion de Gassendi & de quelques autres philosophes modernes qui ont précédé Newton, & qui ont suivi en cela les idées de Démocrite & d'Epicure.

XV.
LEÇON. attachés à ses principes , la lumière est une émanation réelle du corps lumineux : le soleil lance continuellement autour de lui des rayons de sa propre substance , qui s'étendent jusqu'aux extrémités de la sphère du monde , & ces rayons sont composés de parties qui se succèdent & se renouvellent perpétuellement dans le même lieu avec toute la vitesse que nous fait appercevoir la propagation de la lumière : chaque étoile fixe en envoie de même dans toutes les directions imaginables , & par une suite nécessaire de cette hypothèse , le flambeau qu'on allume pendant la nuit au milieu d'une grande plaine , n'y devient visible qu'en remplissant à chaque instant de ses écoulements lumineux un espace hémisphérique qui peut avoir plus de deux lieues de diamètre.

Ainsi , selon ce dernier système , la lumière , ou ce qui nous fait voir les objets , est tantôt une substance céleste qui part des astres , tantôt une matière terrestre que l'inflammation développe ; mais de quelque source qu'elle vienne , elle coule avec une rapidité

dont rien n'approche, & ses parties se divisent, se raréfient, s'étendent au point de former des volumes qui tiennent du prodige, eu égard au petit espace qui les contenoit auparavant, & au peu de tems qu'il faut pour leur faire prendre une si grande étendue.

S'il faut prendre un parti entre ces deux opinions, j'avoue franchement que la vraisemblance me détermine pour la première. Elle a pourtant ses difficultés que je ne dissimulerai pas; & je n'y veux souscrire qu'avec les restrictions & les changemens que les observations & l'expérience y ont fait faire, & que Descartes lui-même n'eût pas manqué d'y introduire conformément à sa méthode, s'il eût assez vécu pour en voir la nécessité. Mais avec ces conditions il me semble qu'on est bien plus à son aise pour concevoir l'origine, la propagation & les effets de la lumière, qu'en supposant des émissions effectives, continuelles & opposées entr'elles : ce qui met dans la nécessité d'imaginer les accidents les plus bizarres, pour prévenir ou réparer l'épuisement des astres, des principes que la saine physique désa-

voue, pour concilier des mouvements contraires qui devroient se détruire réciproquement, ou perdre leurs premières directions, des modes ou manières d'être dans la matière, aussi nouveaux qu'incompréhensibles, pour se débarrasser d'une surabondance de rayons qui devroient avoir comblé toutes les planetes depuis le tems qu'elles y sont exposées, & pour tâcher de trouver le vuide dans l'espace des cieux, par où les Newtoniens mêmes ne peuvent se dispenser de faire passer tous ces torrents de lumière.

Je trouve donc que l'on fait moins de violence aux idées établies, & qu'on se rend plus intelligible, en disant avec Descartes : « Les objets » visibles, ainsi que les yeux, par lesquels ils doivent être apperçus, sont » toujours plongés dans un fluide qui » s'étend sans interruption des uns » aux autres : cette matière intermédiaire est susceptible d'une espèce de » mouvement qui lui est propre, & qui » ne peut être senti qu'au fond de » l'œil, de même qu'il ne peut être » excité que par des corps flamboyans

ou comme tels. Dès qu'elle est agi-
 tée de cette manière, l'organe pla-
 cé en quelque endroit que ce soit de
 la sphère d'activité, ne manque pas
 d'en être affecté, & à cette occasion
 l'ame apperçoit & juge à une certai-
 ne distance & dans la direction du
 mouvement qui a fait impression,
 l'objet qui en est la cause. »

Si l'on a peine à croire que les
 choses puissent se passer ainsi, on pour-
 ra se le persuader en réfléchissant sur
 l'usage d'un autre sens, destiné com-
 me la vûe à nous faire connoître les
 objets qui sont hors de nous. Com-
 ment entendons-nous la voix d'un
 homme qui nous parle de loin pen-
 dant la nuit ? Est-ce par des portions
 d'air rendues sonores dans sa bouche,
 & qui traversent ensuite tout l'espace
 qui est entre cet homme & nous, pour
 venir frapper nos oreilles ? On sçait
 bien que cela ne se fait point ainsi :
 on sçait qu'une même masse d'air d'u-
 ne très-grande étendue reçoit sans se
 déplacer l'action ou le trémousse-
 ment du corps sonore dans toutes ses
 parties, & que toute oreille saine qui
 s'y trouve plongée participe au son

que ce fluide transmet par la contiguïté de ses molécules. Cet exemple, que personne ne révoque en doute, ne suffit-il pas pour nous porter à croire que le corps lumineux, de même que le corps sonore, fait passer son action à l'organe par un fluide qui lui sert de véhicule?

Mais quel est ce fluide subtil, qui peut ainsi, en tout tems & en tout lieu, nous faire passer en un instant des ténébres les plus épaisses à la plus brillante clarté?

Les effets du feu portés jusqu'à l'inflammation, le font briller à nos yeux, & la clarté qu'il répand s'étend beaucoup au-delà de l'espace où il fait naître la chaleur : d'un autre côté les rayons du soleil qui sont comme la source principale de la lumière qui éclaire notre globe, échauffent & enflamment tout ce qu'on y expose, lorsque leur action est augmentée par le moyen de miroirs, ou autrement. Si la lumière brûle & que le feu éclaire, n'est-il pas raisonnable de penser qu'un seul & même élément produit ces deux effets ; & que si l'un se voit sans l'autre, c'est que tous

deux ne dépendent pas des mêmes _____
circonstances , quoiqu'ils aient un X V.
seul & même principe ? Cette pensée L E Ç O N.
s'accorde bien avec la simplicité &
l'œconomie qu'on voit régner dans
toutes les opérations de la nature ; on
peut l'admettre au moins comme une
hypothèse très-vraisemblable , quoi-
qu'elle déroge à celle de Descartes
qui faisoit dépendre la lumière & la
chaleur de deux éléments différents.

Si l'on se détermine bien à croire
que la matière du feu est présente
dans presque toutes les substances qui
appartiennent à la terre , parce qu'on
les voit s'échauffer sensiblement , &
même s'embraser par des chocs & des
frottemens extérieurs , ou par des
mouvemens intestins qu'on y excite ,
comme je l'ai fait voir dans la 13^e. Le-
çon , on peut se persuader aussi par
quantités d'exemples tirés des trois
regnes de la nature , que la lumière
est également présente par-tout , au-
dedans comme au dehors des corps ,
& qu'il ne lui manque , pour se rendre
sensible à nos yeux , qu'un certain
mouvement & un milieu propre à le
transmettre. Plusieurs de ces exem-

16 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON,

les font voir à quiconque n'a point de préjugé contraire, que ce qui brille à la surface d'un corps, peut aussi faire naître & entretenir de la chaleur au-dedans, si quelque circonstance de plus occasionne ou favorise cet effet. Ceci peut se prouver par les expériences suivantes.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut écrire de grands caractères sur un carton noir avec un bâton de ce phosphore dont il est fait mention dans la 4^e Exp. de la 13^e Leçon, * & porter ensuite ce carton dans un lieu bien obscur.

* Tom. 4.
p. 229. &
suiv.

EFFETS.

Les caractères paroissent très-lumineux : s'il fait chaud, leur lumière est plus vive, mais elle se dissipe plus promptement ; elle dure davantage & souffre quelques intermittences quand il fait froid ou humide : on la fait disparoître entièrement en soufflant brusquement dessus avec la bouche

che ou avec un soufflet : après quoi elle se ranime d'elle-même ; le frottement la fait briller avec plus de force ; & si c'est avec le doigt que l'on continue de frotter , cette lumière devient un feu sensible qui peut brûler la peau & causer une douleur assez vive ; pendant tout le tems que dure cette lumière, il s'élève continuellement aux endroits où les caractères sont marqués , une vapeur blanchâtre qui a toute l'odeur du phosphore.

XV.
L E Ç O N.

EXPLICATION.

Les caractères formés avec le phosphore sur le carton doivent être considérés comme une légère couche de cette matiere que le frottement a détachée de la petite masse qui a la forme d'un crayon. La même cause en détachant ainsi les parties du phosphore , a mis en action le feu élémentaire qu'elles renferment naturellement ; & comme elles sont toutes prêtes à céder à cette action dès qu'elles sont étendues & comme isolées sur une surface qui n'est couverte que d'air , elles se désunissent , se dissipent & laissent à découvert la petite

18 LEÇONS DE PHYSIQUE

 portion de feu qu'elles renfermoient
entr'elles.

XV.

LEÇON.

Ce sont ces parties propres (a) du phosphore qu'on voit s'exhaler en une fumée blanche, lorsque cette petite explosion est passée. Si le vent les dissipe auparavant, l'éclat de lumière qu'elles devoient produire n'a pas lieu, les caractères cessent d'être lumineux jusqu'à ce que de nouvelles parties, cédant d'elles-mêmes au feu intérieur qui les anime, ne quittent que par cette cause le carton sur lequel elles tiennent.

Ce qui prouve bien, selon moi, que cette dissipation des parties du phosphore est causée par une force interne & non par l'action du fluide ambiant, c'est qu'elle est plus prompte & plus grande dans le vuide que dans l'air libre : je l'ai expérimenté plusieurs fois en coupant en deux parties égales

(a) J'entends ici par les parties propres du phosphore, les autres substances avec lesquelles la matière du feu est unie ; je ne fais cette distinction que pour m'expliquer plus commodément : à parler exactement le feu élémentaire est une des parties propres du phosphore ; sans lui, les autres principes composans ne seroient jamais phosphore.

une carte sur laquelle j'avois tracé des lignes avec du phosphore, & en mettant l'un des deux morceaux dans un récipient de machine pneumatique où l'air étoit extrêmement raréfié, tandis que l'autre restoit sur une table dans la même chambre : si celui ci continuoit de luire pendant 25 minutes, il s'en falloit au moins de 5 ou 6 que la lumière du premier ne durât autant ; mais elle étoit toujours bien plus vive.

La chaleur doit occasionner le même effet que le vuide, comme je m'en suis assuré aussi par l'expérience : la suppression du poids de l'atmosphère ou de sa pression est un obstacle de moins ; les parties du phosphore étendues sur le carton en sont plus libres de se désunir en cédant à la force expansive qui les sollicite à le faire : quelques degrés de chaleur de plus dans le lieu où se fait l'expérience ajoutent une nouvelle activité au feu interne qui tend à se faire jour, & de l'une ou de l'autre manière la lumière des caractères doit paroître plus vive & se dissiper plus promptement.

Le frottement fait encore plus ; il

B ij

irrite non-seulement le feu des parties les plus superficielles, les plus promptes à vaincre l'adhérence qui les retient sur le carton ; mais il fait la même chose pour celles qui sont plus enfoncées, qui sont couvertes & qui tiennent davantage : d'où il résulte une chaleur sensible, quand la couche de phosphore qui forme les caractères est un peu épaisse ; non-seulement parce qu'il y a plus de feu en mouvement, mais parce que ce mouvement devient d'autant plus violent, que le feu élémentaire qui le reçoit se trouve engagé dans des obstacles plus difficiles à surmonter, comme je l'ai fait remarquer dans les deux dernières Leçons.

Ainsi nous pouvons dire que l'élément du feu qui se dégage par lui-même & sans être excité, de la matière propre du phosphore, n'a point ordinairement de chaleur sensible, à cause du peu d'effort qu'il a à faire pour rompre & dissiper son enveloppe ; mais cette foible action qui n'a point d'effet sensible sur les autres corps, en a beaucoup encore, quand cet élément ne trouve à heurter que des parties de

son espèce, très-susceptibles sans doute de cette sorte de mouvement dont il est lui-même animé. Il n'est pas si-tôt libre qu'il agite à la manière, & jusqu'à une certaine distance, la matière de la lumière qui remplit l'espace où il éclate : & comme cette matière pénètre sans interruption jusqu'au fond de nos yeux, ces organes à qui la nature a donné le degré de sensibilité proportionné à tel effet, en reçoivent l'impression autant de tems, & dans le même ordre suivant lequel ces petites portions de feu brillent à la surface du carton.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

On trouve dans plusieurs endroits de l'Italie, & principalement auprès de Bologne, une pierre qui est assez communément de la grosseur d'un œuf de poule, d'une figure irrégulièrement arrondie, de couleur grise & d'une nature talqueuse. Cette pierre, ou quelque'autre de celles qu'on y peut substituer, (a) ayant été calci-

(a) Je m'abstiens encore ici, comme je l'a

22 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON. née au feu de charbon , & gardée dans une boîte garnie de coton ou de flanelle , s'expose pendant quelques minutes à l'air libre & au grand jour , mais plutôt à l'ombre qu'au soleil , après quoi on la retire pour être vue dans un lieu fermé & sans lumière ; & afin que l'expérience réussisse mieux , il est à propos que ceux qui la doivent considérer aient eu pendant quelque tems les yeux fermés , ou qu'ils aient resté pendant quelques minutes dans l'obscurité.

E F F E T S.

La pierre portée du grand jour dans l'obscurité paroît lumineuse comme un morceau de fer rougi au feu qui

déjà fait dans plusieurs endroits de cet ouvrage , de rapporter en détail les différentes préparations de la pierre de Bologne , & d'indiquer les autres espèces de pierres qu'on peut rendre lumineuses comme elle par la calcination ; en attendant l'ouvrage dans lequel je me propose d'enseigner tous les procédés , que je suis obligé de supprimer ici pour ne point m'écarter par de trop longues digressions , si l'on veut s'instruire de tout ce qui convient pour répéter cette expérience , on pourra consulter le cours de Chymie de Lémery , p. 828. & les Mém. de l'Acad. des Sciences , de 1730. p. 524.

commence à s'éteindre : cette lumière dure pendant quelques minutes en s'affoiblissant toujours de plus en plus , après quoi elle disparoit entièrement.

La pierre de Bologne & toutes celles qui en ont les propriétés , ne montrent aucun degré de chaleur sensible lorsqu'elles deviennent lumineuses : quand on les a exposées aux rayons du soleil , ou à l'ardeur du feu pour les échauffer , la lumière qu'elles y prennent , est ordinairement moins forte que celle qu'elles reçoivent à la simple clarté du jour.

Quand ces pierres ont servi un grand nombre de fois , ou qu'elles ont été gardées longtems à découvert dans un lieu éclairé , elles perdent peu à peu leur qualité ; mais on peut la leur rendre par une nouvelle calcination.

Enfin , ces pierres nouvellement préparées , & lorsqu'elles sont en état de servir aux expériences , ont une odeur comme sulphureuse qu'on ne leur trouve pas quand on les tire de la terre.

XV.

LEÇON.

L'odeur que prend la pierre de Bologne en passant au feu, fait assez connoître que ses soufres naturels ont été dégagés de la partie terrestre & des autres principes au point de pouvoir passer aisément du dedans au dehors : ces soufres subtilisés contiennent comme tout le reste des parcelles de feu , mais avec cette différence , qu'étant très-disposés à obéir à la force expansive de cet élément , leur inflammation ne tient presque à rien ; la lumière seule du jour le plus foible est un feu suffisant pour les allumer.

On peut donc considérer cette lumière rougeâtre dont on voit luire la pierre de Bologne , comme une flamme très-légère qui brille dans les pores de cette matière calcinée & à travers les parties terrestres qui n'ont qu'une transparence imparfaite. Une flamme aussi légère ne peut causer de chaleur sensible , c'est un feu qui éclate presque sans résistance. Elle s'éteint après quelques minutes, parce que les parties enflammées se sont dissipées , & parce que ce feu n'a point la force de

de se communiquer à celles qui sont plus profondément engagées dans la masse.

XV.

L E Ç O N.

Bien loin de rendre la pierre plus lumineuse en l'exposant aux rayons du soleil ou à l'ardeur d'un grand feu, il semble au contraire qu'on diminue par-là l'éclat de sa lumière : apparemment, parce qu'il se fait alors une trop prompte & trop grande dissipation des parties inflammables de la superficie ; ou peut-être que l'agitation causée aux parties les plus grossières de la pierre qui devient chaude, fait obstacle à la régularité du mouvement qui convient à la lumière.

C'est peut-être aussi par une dissipation plus lente de ces parties inflammables de la superficie, que la pierre perd sa qualité avec le tems : on peut au moins le supposer, puisqu'elle se conserve plus long-tems étant enfermée dans du coton, comme si, lorsqu'on l'enveloppe de cette manière & qu'on la tient hors du jour, on lui épargnoit une inflammation qui dissipe ce qui la fait luire ; & puisqu'elle se rétablit par une nouvelle calcination, comme si l'action du feu faisoit

remonter de nouveaux soufres à la
 XV. superficie.

LEÇON,

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Prenez une serviette de linge uni , blanche de lessive , passablement fine , & qui soit bien sèche : présentez-la au feu jusqu'à ce qu'elle soit fort chaude , & portez-la promptement dans un lieu obscur pour la secouer en passant la main brusquement dessus , ou en la faisant glisser entre les doigts : un tems sec & frais est plus propre pour cette expérience que celui qui seroit humide & chaud.

E F F E T S.

On voit pétiller comme des étincelles de feu sur la serviette , & l'on remarque des taches & des traînées de lumière adhérentes aux endroits qui sont frottés avec force entre les doigts ou avec le plat de la main.

E X P L I Q U A T I O N.

Le linge , ainsi que les autres corps , contient dans ses parties cet élément

par le moyen duquel les objets de-
viennent lumineux ou visibles. Cette
matière retenue & enveloppée par les
parties propres du linge a besoin d'être
excitée pour se faire jour , & paroître
au-dehors : la chaleur la dispose à cet
effet , & le frottement fait le reste.

XV.

Leçon

On peut dire aussi que la serviette
exposée au feu de fort près , a reçu des
parties ignées encore engagées dans
la matière combustible avec laquelle
elles se sont échappées du foyer , &
auxquelles il ne manque pour éclater
que quelques degrés d'activité de plus,
que les secousses & le frottement de
la main leur fait prendre.

Quoi qu'il en soit , il y a tout lieu
de croire que cette lumière qui paroît
par étincelles ou par traînée sur le
linge , n'est autre chose que du feu ,
puisque la chaleur la dispose à luire ,
& qu'elle s'excite, comme le feu , par
le frottement des parties qui la con-
tiennent ; mais c'est un feu qui réside
dans les pores les plus ouverts & à la
surface du linge , & qui s'allumant
avec une très-grande facilité , se dis-
sipe aussi sans rien brûler , sans pro-
duire aucune chaleur sensible.

C ij

APPLICATIONS.

XV.

LEÇON.

Les corps qui luisent dans l'obscurité, sans qu'on les allume par le moyen d'un feu étranger, se nomment *phosphores*, c'est-à-dire, *porte-lumière*. On n'en connoissoit autrefois qu'un très-petit nombre; mais depuis un siècle sur-tout qu'on s'est mis à cultiver la physique par la voie de l'observation & de l'expérience, ces merveilles se sont rencontrées si souvent & se sont tellement multipliées, qu'il faudroit à présent faire un volume assez ample pour les comprendre toutes. Je dois m'abstenir d'un détail qui m'écarteroit trop de mon objet principal; mais je ne puis me dispenser de rapporter ici, par forme d'extrait, ce qu'il y a de plus curieux à sçavoir en ce genre, d'autant mieux, que rien n'est plus propre à montrer ce que j'ai maintenant en vue, je veux dire, la présence de la matière de la lumière dans tous les corps, dans tous les espaces, & son identité avec celle que nous avons nommée ci-devant *feu élémentaire*; car il est peu de ces phosphores à qui l'on ne puisse appliquer, d'une manière

assez plausible ; si je ne me trompe , quelqu'une des explications dont je XV.
viens de faire usage, pour rendre raison L 250 N.
des trois expériences précédentes.

On peut distinguer en général deux sortes de phosphores, les uns que nous nommerons *naturels* ; parce qu'ils luisent d'une lumière spontanée, sans préparation, ou au moins par des dispositions qu'ils acquièrent d'eux-mêmes : les autres que nous appellerons *artificiels* , parce qu'ils ne deviennent phosphores que par des moyens inventés par l'art : on trouve des uns & des autres dans les trois regnes qu'embrasse l'Histoire Naturelle.

Tout le monde connoît ici cet insecte rampant qui brille pendant la nuit dans les campagnes , & qu'on nomme pour cela *ver-luisant*. Ce petit animal qui semble éclairer les pas du voyageur, est la femelle d'un scarabée, (a) de couleur brune qui a des aîles , & à qui cette lumière (qu'il n'a presque pas lui-même) fait appercevoir de

(a) On appelle *scarabées* , en général , ces insectes volans , dont les aîles se renferment sous des fourreaux écailleux : le hanneton , par exemple , est un scarabée.

loin le sujet auquel il doit se joindre pour perpétuer son espèce. Le ver n'est point lumineux dans tout son corps ; il ne l'est que par le dessous du ventre, dont la peau est transparente : la lumière qu'il répand appartient à une matière fluide qu'il a dans les intestins , & qui luit encore pendant quelques minutes après qu'on l'a fait sortir en pressant la partie qui la contient. Il semble cependant qu'il est au pouvoir de l'animal de la laisser luire ou de l'éteindre pour un tems ; car il ne brille pas toujours avec le même éclat , & quelquefois il ne brille pas du tout : ce qui me fait croire que cette espèce de phosphore qui fait partie de l'animal , & qui semble être soumis à sa volonté , est une matière dans laquelle l'élément du feu n'est que très-légèrement engagé ; de sorte qu'il s'anime avec facilité au point qu'il faut pour allumer seulement une matière toute semblable qui réside au dehors.

Je pense la même chose d'une infinité d'autres animaux qui ont cette singulière propriété de luire dans les ténèbres ; car on en trouve par-tout ,

& l'on pourroit dire que chaque élément habitable a les siens. Dans les pays septentrionaux de l'Europe, & même au centre de la France, il n'y a que de ceux qui rampent sur la terre ; mais en Espagne, en Italie, en Sicile, & même dans quelques-unes de nos provinces méridionales, pendant les nuits d'été, l'on voit étinceller l'air de toutes parts. Ce spectacle, qu'un étranger ne se lasse point d'admirer, vient d'un petit scarabée (a) assez semblable au mâle de notre ver-luisant dont j'ai fait mention ci-dessus. Cet insecte se multiplie prodigieusement dans certaines années : sa lumière qui part du ventre est continue & si forte, que deux ou trois de ces petits animaux que j'avois renfermés dans un tube de verre, me faisoient voir distinctement tous les objets de ma chambre pendant la nuit la plus noire. Cette lumière devient encore plus vive & augmente, comme par élancement, lorsque l'animal vole, ou qu'on l'agite. Valisnieri avoit cela, sans doute, en vue, lorsqu'il disoit que les insectes lumineux de son pays imitoient

(a) On le nomme en Italie *Lucciola*.

XV. assez bien les étoiles du Ciel, tant par
Leçon. l'éclat, que par la figure de leur lumière (a).

Ce que j'ai fait par forme d'expérience avec les scarabées lumineux d'Italie, les paysans le font par usage, & pour leur commodité, dans les Antilles & dans plusieurs endroits des Indes, avec un autre insecte beaucoup plus gros, & qui jette une lumière bien plus grande & plus durable. C'est une espèce de mouche fort grosse que M^{lle} Merian a décrite parmi les insectes de Surinam & sur laquelle M. de Reaumur (b) a fait de nouvelles remarques. Les habitans du pays s'en éclairent, dit le P. du Tertre (c), tant pour aller & venir, que pour travailler pendant la nuit; le même animal dure environ 15 jours, après quoi on le renouvelle.

La mer possède aussi de semblables merveilles : on voit briller de ces feux vivans jusques dans le sein des eaux. Sans parler des daits, ni de quelques

(a) *Non mancandovi luminosi viventi, delle vere stelle nella figura è nella luce gentilissimi emulatori.* Raccolta di varie osserv. p. 217.

(b) Hist. des Insectes, Tom. V. p. 192.

(c) Dans son Hist. gén. des Antilles.

aùtres coquillages admis depuis long-
tems au rang des phosphores , je puis
dire , pour l'avoir observé moi-même
en 1749 , que pendant l'été , les
bords de l'Adriatique & de la Méditerranée fourmillent de petits animaux moins gros que des têtes d'épingles , & qui étincellent d'une manière admirable : on en voit sur-tout une très-grande quantité dans les lagunes de Venise , aux endroits où il y a de la mousse ou de cette herbe qu'on nomme *algue marine*. C'est-là que j'en fis la découverte après avoir cherché avec beaucoup d'empressement & d'assiduité, quelle pouvoit être la cause de tous ces feux que je voyois pétiller le soir sous les coups de rames , à la rencontre des gondoles , & le long des murs battus par les flots. J'avois été prévenu , comme je l'ai appris depuis par M. Vianelli, Docteur en Médecine , établi à Chioggia. On peut voir dans une brochure (a) qu'il fit imprimer

XV.
L E Ç O N

(a) *Nuove scoperte intorno le luci notturne dell' aqua marina, &c. in Venezia 1749.* En lisant l'avant-propos de cet ouvrage , p. 10. on pourroit croire que c'est sur le récit que l'on

34 LEÇONS DE PHYSIQUE

à Venise, quelques mois après mon
XV. départ, & qui m'a été envoyée depuis
L. E Ç O N. mon retour en France, on peut voir,
dis-je, la figure de cet insecte que je
crois être du genre des scolopendres,
quoiqu'à dire vrai, ne l'ayant pu
voir qu'avec une loupe, & n'ayant
point eu toutes les commodités né-
cessaires pour le bien examiner, je ne
puis assûrer que j'aie vu tout ce que
représente le dessein de M. Vianelli.

m'a fait de la découverte de M. Vianelli, que
j'ai reconnu que la lumière nocturne des eaux
de Venise étoit causée par des insectes; mais il
est exactement vrai que ce récit ne me fut fait
qu'après mon observation, dans la maison de
S. E. Mr. Angelo Quirini, & en présence de
huit ou dix personnes, qui ne me refuseroient
pas leur témoignage si j'en avois besoin. Je suis
persuadé que M. Vianelli m'auroit épargné le
soin de mettre ici cette note, s'il avoit sçu com-
ment les choses s'étoient passées; & je m'en se-
rois dispensé moi-même, si je n'avois d'autre in-
térêt que de me conserver la part que je puis
avoir à la découverte en question: mais j'ai fort
à cœur que l'on ne croye pas que j'aie voulu
me l'approprier, comme on auroit raison de le
penser, s'il étoit vrai que j'en eusse été instruit
avant que d'observer les insectes lumineux, &
si, lorsque j'ai fait mention de ma découverte,
je n'avois rendu sur cela toute la justice qui est
due à M. Vianelli. Voyez les Mém. de l'Acad.
des Sciences, 1750. p. 59.

Non-seulement on voit luire quantité d'animaux à qui la nature accorde cette propriété pour tout le tems qu'ils ont à vivre , comme on l'a vu par les exemples que je viens de citer ; mais il semble que ceux-là mêmes qui ne jettent aucune lumière de leur vivant , soient tous capables de devenir lumineux après leur mort , au moins par quelques - unes de leurs parties , lorsqu'un certain degré de fermentation ou de pourriture a mis la matière propre de la lumière qui réside dans ces parties , comme par-tout ailleurs , en état de se dégager & de paroître à découvert. On a vu à Orléans, & ailleurs, toute la viande d'une boucherie se couvrir de taches lumineuses , inspirer de la crainte sur l'usage qu'on en devoit faire , & attirer l'attention des Magistrats. On voit souvent des restes de poissons briller au coin des rues ou dans les cloaques qui servent de décharges aux grandes cuisines; le poil des chats, & celui de plusieurs autres animaux étincellent sous la main , & sur-tout quand il fait froid ; quantité de personnes ne peuvent se peigner dans l'obs-

36 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON.

curité sans faire voir, sans entendre même, sortir du feu de leur chevelure. Ce sont des hieurs de cette espèce qui effrayent les valets d'écurie, & qui leur font dire, que certains chevaux sont pansés par des *esprits fofets*. On a vu même de tout tems certaines vapeurs grasses ou spiritueuses exhalées des corps vivans, s'enflammer comme d'elles-mêmes, & produire un feu si léger, qu'il n'étoit sensible que par sa lumière : c'est ce qu'on trouve sous le nom de *ignis lambens* dans les auteurs, tant anciens que modernes. (a)

Des matières animales, si nous passons aux végétales, nous en trouverons encore un grand nombre qui brillent d'une lumière naturelle & spontanée. Qui est-ce qui ne sçait pas que les bois tendres & morts, lorsqu'ils sont pourris à un certain point, gardent,

(a) Virgil. Eneid. Lib. II.

*Ecce levis summo de vertice visus Iuli
Fundere lumen apex, tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas & circum tempora
pasci.*

On trouve des exemples singuliers de ces vapeurs lumineuses dans Valisnieri, t. 3. p. 212. & suiv. & dans un traité d'Ezéchiél de Castris, qui a pour titre : *Ignis lambens*.

pour ainsi dire , pendant la nuit la lumière qui les a éclairés pendant le jour , & si l'on en croit quelques auteurs célèbres , * ce phénomène est si puissant & si commun dans le nord , que les voyageurs , pour marcher d'un pas sûr pendant la nuit , font porter devant eux par leurs guides des morceaux de ce bois lumineux qui les éclaire suffisamment.

On n'avoit encore reconnu cette propriété que dans un petit nombre de matières de ce genre , lorsque M. Beccari , Professeur de Chymie , & membre de l'Acad. de l'Institut de Bologne , soupçonna qu'elle pourroit bien appartenir à beaucoup d'autres espèces , avec la différence , peut-être , du plus au moins , soit pour la durée de sa lumière , soit pour son degré de force. Le moyen qu'imagina cet ingénieux Physicien pour en faire l'épreuve , mérite d'être rapporté. Il se fit faire une loge portative , qui pouvoit se fermer de façon à ne laisser aucun accès à la lumière du dehors , & à l'un des côtés de cette loge , il fit pratiquer un tour semblable à ceux des couvents de religieuses : moyen-

XV.

LEÇON.

* *Olaus magnus, Oviedo, &c.*

38 LEÇONS DE PHYSIQUE

 nant cet appareil, il pouvoit rester
XV. long-tems sans voir le jour, disposer
LEÇON. par-là ses yeux à sentir une lumière
foible, faire passer autant de fois qu'il
vouloit, & presque subitement, les
corps qu'il avoit en vue d'éprouver,
du grand jour dans la plus parfaite
obscurité, conditions toutes nécessai-
res dans des expériences de ce genre.

En procédant ainsi, M. Beccari a
reconnu que le bois de sapin sec, &
tel que l'employent les ouvriers,
différentes écorces d'arbres & de
plantes dont la couleur tiroit sur le
blanc, le coton, le sel concret des
plantes, le tartre, le sucre & la cire
blanche, la toile de lin, celle de chan-
vre, & par-dessus tout, le papier, sont
autant de phosphores naturels qui
s'allument à la clarté du jour, & qui
continuent de luire pendant quelques
minutes dans l'obscurité, quoique
d'une lumière plus foible que celle
des bois pourris.

Le même Physicien a fait de sem-
blables recherches sur les matières
animales & sur les fossiles : quant à
celles-ci il avoit été prévenu en quel-
que chose par Boyle & par M. Dufay,

Le premier ayant rencontré par hasard un diamant qui étoit lumineux lorsqu'on le portoit du grand jour dans l'obscurité, l'examina de toutes fa-
çons, & en fit le sujet d'un petit traité, (a) où l'on trouve des observa-
tions curieuses. Le second partant de
ce premier fait & de quelques autres
à peu près semblables produits par
différentes personnes, étendit beau-
coup ces découvertes, en faisant voir
que la propriété de luire ainsi dans les
ténèbres appartenoit à presque tous
les diamans, principalement à ceux
qui sont jaunes, & à quantité d'au-
tres pierres fines.

XV.
L E Ç O N.

M. Dufay voyant donc ces phos-
phores naturels se multiplier sans fin,
exhorta les Physiciens à prendre part à
son travail, & à l'aider dans une mois-
son nouvelle qui lui paroissoit intarissable : c'est apparemment par cette
invitation que M. Beccari fut déter-
miné à suivre les recherches qu'il
avoit déjà commencées sur de pareils

(a) *Adamas lucens*. Ce diamant qui appar-
tenoit à M. Clayton fut acheté par le Roi Charles
II. comme une rareté ; car d'ailleurs, c'étoit
une pierre d'une vilaine eau, & assez défectueuse.

XV. **LEÇON.** **LEÇON.** sujets. On voit par la lecture de son excellent traité, (a) que différentes espèces de terres, de sables, de pierres dures, tendres, opaques, transparentes, figurées & autres, les concrétions pierreuses, les matières animales pétrifiées, les sels, &c. brillent dans l'obscurité d'une lumière plus ou moins vive, quand ils ont été auparavant exposés au grand jour.

En continuant les épreuves sur le regne animal, il vit briller de même les os, les dents, les bezoars, les pierres des reins & de la vessie, celles qu'on trouve dans la tête des poissons, & plus que toutes choses, les coquilles d'œufs; de sorte que de toutes les espèces qui composent la nature, si l'on en excepte les métaux, & ce qui en contient, comme aussi les corps d'une couleur obscure, on peut dire qu'il y en a peu qui ne fournissent des exemples de ces corps lumineux: je m'exprime ainsi pour faire entendre que cette qualité n'appartient pas tou-

(a) *De quamplurimis phosphoris nunc primum detectis commentarius.* Bonon. 1744. Cet ouvrage a eu une suite qui se trouve dans les *Mém. de l'Acad. de l'Institut de Bologne*, tom. 11. part. 3. p. 498. jours

jours à l'espèce entière , mais souvent à certains individus de chaque espèce ; tous les diamans blancs , par exemple , ne la possèdent pas , & ceux qui l'ont ne montrent rien de remarquable , à quoi l'on ait pu jusqu'à présent attribuer cet effet. XV.
L E Ç O N.

Des phosphores naturels , passons à ceux que l'art nous a procurés : il s'est exercé de même sur les trois regnes. Les différentes préparations par lesquelles on parvient à rendre les matières lumineuses , ou propres à le devenir , peuvent se réduire à trois principales. Il suffit souvent de les échauffer , de les dessécher , ou de les cuire par un degré de feu médiocre , qui laisse subsister la plûpart de leurs qualités sensibles ; d'autres fois cela se fait par une forte calcination qui cause des changemens considérables jusques dans les moindres parties sans défigurer la masse. Enfin on les prépare encore par des dissolutions , des mélanges , & ensuite par l'action d'un feu violent ; ce qui fait , pour ainsi dire , changer de nature à ces substances , & leur fait prendre de nouvelles formes.

XV.
LEÇON. Par le premier de ces trois procédés, M. Beccari est venu à bout de donner la qualité de phosphores à quantité de matières qui ne l'ont pas naturellement : & parmi celles qui l'ont, il en a trouvé plusieurs qu'un certain degré de chaleur, le dessèchement, ou la cuisson, faisoit briller d'une lumière bien plus sensible : tels sont, par exemple, la chair de volaille, les os, les nerfs, les suc épais, comme la colle de bœuf & celle de poisson, le fromage, &c. & parmi les végétaux, les amandes, l'intérieur des châtaignes, les fèves, la mie de pain, & même le café, pourvu qu'il ne soit pas brûlé jusqu'au brun, comme il l'est ordinairement. Mais rien de tout cela ne paroît plus remarquable que ce qui arrive au papier : la feuille sur laquelle on a appliqué pendant quelques minutes une plaque de métal chauffée, en porte l'image très-lumineuse dans l'obscurité, & cette empreinte est si bien terminée, qu'on pourroit avec des cuivres découpés & chauffés imprimer de cette manière toutes sortes de desseins luïsans, par lesquels on ne manque-

roit pas de surprendre des gens qui n'en feroient pas prévenus.

XV.

LEÇON.

On peut regarder la pierre de Bologne comme l'origine & le premier exemple des phosphores qui se font par la simple calcination : cette découverte qui fut l'effet du hazard, frappa tellement les Physiciens & les Naturalistes, qu'elle devint le sujet de plusieurs sçavans traités. Mais comme il arrive presque toujours, on s'accoutuma peu à peu à cette merveille : on lui chercha des émules parmi d'autres espèces à peu près semblables, & l'on en trouva dans le pays même (a) : enfin cela devint une chose fort commune. Mr. Dufay fit voir en 1730, dans un Mémoire que j'ai déjà cité plus haut, que la topase des Droguistes, les belemnites, les albâtres, les marbres, les gyps, les coquilles pétrifiées tendres, les pierres à chaux, & assez généralement, toutes celles qu'un esprit acide peut dissoudre, imitoient par leurs effets la pierre de Bologne, avec cette différence, qu'elles n'avoient pas toutes

(a) Mentzelius, sect. 1. chap. 5. en compte cinq espèces dans les environs de Bologne.

XV.
LEÇON. une lumière, ni aussi vive, ni aussi durable qu'elle, mais que leur vertu, comme la sienne, pouvoit se ranimer par une nouvelle calcination.

Balduinus (ou Baudouin) chymiste Allemand prépara à dessein, ou rencontra par hazard une matière dont il annonça (*a*) les effets, comme ayant beaucoup de ressemblance avec ceux de la pierre de Bologne; mais il s'exprima sur cette découverte en termes si énigmatiques, que ceux qui voulurent l'imiter furent obligés de deviner. Les grands maîtres s'en mêlerent, & l'on apprit enfin par Kunkel, Boyle, Lemery, &c. qu'une dissolution de craye par l'eau forte évaporée & calcinée ensuite, étoit un phosphore dont les effets répondoient à ceux que Balduinus attribuoit à son *phosphore hermétique*.

Avec cette clef M. Dufay pénétra beaucoup plus loin : les phosphores de cette espèce se multiplièrent tellement entre ses mains, que pour en faire connoître la quantité, il trouva plus commode de nommer les matières qu'il falloit excepter. « A la réserve,

(*a*) In app. ad. an. 4. & 5. natur. curios. pag. 171.

dit-il, des pierres dures & impéné-
trables aux acides, comme les aga-
thes, les jaspes, les cailloux, le por-
phyre, le grais, le sable, le crystal
de roche, celui d'Islande, le sable
de rivière, la pierre de tar, la pierre
de la croix, l'ardoise, le vrai talc,
les pierres précieuses, dont aucune
ne m'a réussi; il n'y en a peut-être
point qui ne soit lumineuse, soit par
la simple calcination, soit par la
préparation que nous avons rappor-
tée, ou même des deux manières. »
Mém. de l'Acad. des Sc. 1730 p. 528.

Disons encore avec le même Acadé-
micien : « Dans quel étonnement ne
seroient point aujourd'hui ceux qui
ont fait des volumes entiers pour
faire l'éloge des propriétés merveil-
leuses de la pierre de Bologne, s'ils
voyoient qu'il est presque impossible
de trouver quelque matière dans le
monde, qui n'ait pas les mêmes avan-
tages : & ce sera dorénavant un phé-
nomène singulier, qu'une matière
qu'on ne pourra rendre lumineuse,
ni par calcination, ni par dissolu-
tion. *ibid. p. 534.* »

Je goûte encore tout-à-fait cette

XV.
LEÇON. ingénieuse pensée de M. Beccari , que l'on trouve à la fin de son ouvrage ci-dessus cité. « De même , dit-il , » que plusieurs physiciens ont pensé » avec toute sorte de vrai-semblance , » qu'il n'y a aucun corps absolument » privé de chaleur , on pourroit dire » aussi qu'il n'y en a aucun parfaite- » ment obscur. » En effet , toutes les matières recelant dans leur intérieur , le principe de l'inflammation & de la lumière , peut-être sont-elles sujetes à de foibles embrasemens qui se renouvellent autant de fois qu'on les expose à la clarté des corps lumineux ; & si nous n'appercevons ces effets que dans certaines espèces , & dans des cas particuliers , on peut croire que ce n'est point parce qu'ils sont rares , mais plutôt parce que nos sens ne sont point assez délicats pour les sentir par-tout où ils existent, (a)

L'EXTREME vitesse avec laquelle la lumière agit à la plus grande distance où la vue puisse atteindre sur la terre ,

(a) On doit joindre à l'article des phosphores artificiels ce qui a été dit dans la XIII. Leçon du phosphore de Brant , & de celui de Homberg.

a dû faire penser d'abord , que son mouvement étoit absolument instantané ; & c'est l'idée que Descartes s'en étoit formée , avant qu'il y eût des raisons capables de faire penser autrement : mais en 1675 le célèbre Dominique Cassini observa dans le retour des éclipses du premier satellite de Jupiter un retardement qui le porta à croire , que la lumière employoit environ 14 minutes à traverser le diamètre entier de l'orbe annuel de la terre , & que nous ne recevions qu'au bout de 7 minutes la lumière émanée du soleil qui occupe à peu près le centre de cet orbe. Il est vrai que par de fortes raisons il se crut obligé d'abandonner ensuite cette conséquence ; mais M. Roemer l'ayant adoptée , & après lui M. Bradley , l'un & l'autre par de longues suites d'observations , établirent cette opinion de manière qu'elle est assez universellement reçue , & qu'on ne doute presque plus que le mouvement de la lumière ne soit progressif.

Bien des gens en tirent tout de suite cette conséquence , que la propagation de la lumière ne se fait donc pas

XV.
LEÇON. comme le pensent les Cartésiens , par un simple mouvement de pression, que le corps lumineux imprime à un fluide présent par-tout , mais par une véritable émission qui fait passer réellement les parties de ce fluide depuis leur source jusqu'au terme de leur translation , en quoi je trouve qu'on va trop loin, sans nécessité & sans fruit : je dis sans fruit ; parce que la lumière émanant sans cesse des astres par un mouvement progressif de ses parties , produiroit toujours dans l'espace des cieux cette plénitude incommode dont on cherche à débarrasser le système des attractions : j'ajoute , sans nécessité , parce qu'il me semble qu'on peut concilier la nouvelle découverte avec le sentiment des Cartésiens d'aujourd'hui touchant la propagation de la lumière.

En supposant, en effet , comme une vérité hors de contestation , que l'action de la lumière souffre un retardement de 7 à 8 minutes , (*a*) lorsque le

(*a*) Les Sçavans ont varié sur la quantité de ce retardement : es uns ont dit 7 , les autres 8. minutes , & M. Newton lui-même a passé de la première estimation à la seconde.

corps

corps lumineux qui la met en mouvement est à une distance de 32 ou 33 millions de lieues , ou environ , (a) Le est-il nécessaire, pour en rendre raison, de faire parcourir réellement, & en si peu de tems , cet espace immense à chaque globule de lumière , de supposer aux rayons de ce fluide une vitesse qu'on peut à peine concevoir , telle en un mot qu'elle surpasse plus de seize cens mille fois la rapidité d'un boulet de canon qui parcourroit uniformément 600 pieds par seconde?

Je vois bien qu'il ne faut plus tenir rigoureusement à la pensée de Descartes , & que le rayon de globules lumineux qui s'étend d'un astre à mon œil ne peut pas être maintenant comparé à un bâton ou à une file de petits corps parfaitement contigus , & d'une inflexibilité absolue : mais qui nous empêche de les considérer, ces particules , comme autant de petits balons , ou de petits pelotons élastiques , & d'une contiguité

(a) On voit bien que je ne prétends pas donner ici la juste distance du soleil à la terre : c'est une question sur laquelle les Astronomes mêmes ne sont pas bien d'accord.

un peu moins rigoureuse ? Avec ces
 XV. deux suppositions qui nous écartent
 LEÇON. d'une précision qu'on auroit peine à
 admettre , & qui nous rapprochent
 des voies ordinaires de la nature (qui
 souffre par-tout des à-peu-près) je
 conçois sans peine que l'action du
 corps lumineux dans toute la lon-
 gueur du rayon qui doit la transmet-
 tre , ne fera instantanée que pour nos
 sens , & dans le cas d'une distance
 très-bornée ; mais que cette transmis-
 sion , quelque prompte & quelqu'in-
 sensible qu'elle puisse être , exige une
 succession réelle d'instans , dont la
 somme peut devenir très-remarquable , si le chemin que la lumière doit
 parcourir est fort long.

J'avoue qu'en entendant ainsi la
 propagation de la lumière , on est ar-
 rêté par des difficultés ; mais l'autre
 opinion a aussi les siennes , & je les
 trouve encore plus grandes.

On vous fait voir , par exemple ,
 pendant la nuit une partie considéra-
 ble du ciel par un trou d'épingle , &
 l'on vous dit : Est-il possible que la
 petite portion de lumière qui remplit
 ce trou , reçoive & transmette distinc-

tement les mouvemens imprimés par tant d'étoiles , à un nombre égal de files de globules ? A quoi je réponds : Est-il plus aisé de croire que ce trou , tout petit qu'il est , devienne le passage commun d'autant de petits torrents de lumière qui coulent avec une rapidité inexprimable , qui s'y croisent sans se confondre , & qui s'y heurtent sans rien perdre de leur première direction ? Quelque parti qu'on prenne , il y a certainement de quoi s'étonner : mais le premier des deux me paroît moins violent.

On objecte encore , que si la lumière étoit présente par-tout , & qu'elle devînt sensible par la seule action des corps lumineux , il n'y auroit jamais de ténèbres ; parce que cette pression , ce choc se distribueroient confusément dans toutes sortes de directions , & à toute la masse de ce fluide , comme il arrive à une liqueur contenue dans un tonneau , lorsqu'elle est frappée par quelque endroit que ce soit.

Mais les arguments que l'on tire de pareilles comparaisons ne sont pas assez concluants ; parce qu'il y a toujours beaucoup de disparité , & qu'on

XV.
L E Ç O N.

est en droit d'en supposer encore plus qu'on n'en apperçoit , attendu le peu de connoissance que nous avons de ces grands ressorts de la nature. Le *tonneau* qui contient la lumière que le soleil anime , ce n'est pas moins que l'univers ; & si dans l'exemple dont on veut se prévaloir , l'eau n'est secouée également dans toutes ses parties qu'à cause de la réaction prochaine du vaisseau , on aura peine à trouver quelque chose qui réponde à ces parois solides & rapprochés , quand on prétendra que le même effet doit se trouver dans le vaste fluide qui reçoit l'action des astres & des autres corps lumineux,

D'ailleurs , quand un rayon solaire est introduit dans une chambre obscure , il n'est pas vrai , si l'on veut parler exactement , que la chambre ne soit éclairée que dans la direction de ce jet de lumière vive , elle l'est encore , quoique plus foiblement , dans les autres endroits : sans cela verroit-on le rayon ailleurs que dans lui-même ? L'œil placé à côté & à une distance assez considérable , l'apperçoit , comme l'on sçait , très-distinctement ; ce

qui prouve que toute la lumière éteinte qui remplit la chambre, reçoit quelque ébranlement de celle qui forme le rayon ; à peu-près comme l'air qui ne reçoit pas le son directement à cause de quelque obstacle impénétrable, ne laisse pas que de retentir un peu, par la secousse qu'il reçoit, des rayons sonores qui passent au-dessus, ou à côté.

On me répliquera, sans doute, que cette lumière qui se fait sentir hors du rayon, est un effet de la réflexion causée par l'air dans lequel il passe, ou par les poussières dont ce fluide est toujours chargé ; mais je puis répondre que j'ai vu encore assez distinctement ce même jet de lumière, lorsque j'avois soin de le faire passer par un tuyau de verre bien net, dans lequel j'avois fait le vuide, le plus parfait qu'il est possible de faire, avec une bonne machine pneumatique (a). Les réflexions alors devoient être nulles,

(a) Cette expérience exige beaucoup de soins, & des précautions assez délicates. Il faut 1°. que la chambre soit bien obscure. 2°. Que le jet de lumière vienne directement du soleil dans un beau jour d'été. 3°. Que ce rayon solaire ait au moins un pouce de diamètre.

XV.
LEÇON. ou comme telles , puisque l'air avoit été poussé à ses derniers degrés de raréfaction , & que les petits corps étrangers qui s'y trouvent ordinairement mêlés , s'en étoient séparés dès les premiers coups de piston (a).

Enfin , l'on objecte encore , contre l'opinion Cartésienne , que dans un espace rempli de globules on ne conçoit pas comment les impulsions pourroient toujours se communiquer en lignes droites; parce qu'il n'est pas possible , dit-on , de supposer que tous les centres de ces petites sphères se trouvent justement alignés dans toutes les directions imaginables. Mais comprend-on mieux dans l'autre système , comment ces petits êtres globuleux

4°. Que le tuyau de verre dans lequel on le fait passer soit deux ou trois fois plus gros que lui , afin qu'il soit plus aisé de l'y maintenir d'un bout à l'autre , sans qu'il en touche les parois.

5°. Que le verre plan qui le ferme par un bout ne soit pas trop épais. 6°. Que par l'autre bout le rayon solaire soit reçu sur un miroir incliné à 45 degrés , qui le détourne dans un tuyau de métal placé à retour d'équerre , afin qu'aucune partie de cette lumière ne soit réfléchie dans le tuyau de verre.

(a) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences 1740 , pag. 243.

tombant sur des surfaces qui ne sont pas régulières , (car à la rigueur on n'en connoît pas de telles ,) font cependant toujours l'angle de leur réflexion sensiblement égal à celui de leur incidence , par rapport à ces surfaces ? C'est un effet qu'on voit arriver communément , malgré l'obstacle qui semble devoir l'empêcher : il en est apparemment de même de l'alignement des centres , dont on suppose , & dont on veut faire valoir le défaut , puisque nonobstant l'irrégularité reconnue des surfaces polies , le rayon de lumière ne laisse pas de se réfléchir assez régulièrement : il faut donc que la nature ait des ressources que nos spéculations n'embrassent point encore ; dans ces sortes de questions l'on ne prendroit jamais aucun parti , si l'on ne vouloit épouser absolument que celui qui seroit au-dessus de toute difficulté apparente. Les rayons sonores s'alignent fort bien dans l'air , & leurs réflexions se font assez régulièrement , comme le prouvent les échos ; si quelqu'un prétendoit que ces effets n'arrivent que parce que les parties ou molécules

56 LEÇONS DE PHYSIQUE

V X.
LEÇON.

de l'air ne sont pas globuleuses, je lui accorderois volontiers que celles de la lumière ne le sont pas non plus : je ne leur attribue cette figure que pour en adopter une, & parce que l'imagination ne m'en fournit aucune autre qui s'accorde mieux qu'elle avec les phénomènes, mais à parler franchement, j'ignore de quelle figure sont les parties de ces fluides subtils sur lesquels nos sens n'ont point de prise, & je suis prêt à leur attribuer celle qui conviendra le mieux ; & contre laquelle on ne trouvera plus rien à objecter : en attendant que nous ayons sur cela les éclaircissements qui nous manquent, & que nous n'aurons probablement pas si-tôt, regardons les parties de la lumière comme des globules, conformément au langage reçu en Physique. (a)

(a) Sur la propagation de la lumière, on fera bien de lire une belle dissertation, de feu M. Jean Bernoulli, qui a remporté le prix de l'Académie des Sciences en 1736.



II. SECTION.

XV.

LEÇON.

*Des directions que suit la lumière
dans ses mouvements.*

IL en est de l'action de la lumière ; comme du mouvement des autres corps : conformément à la loi générale de la nature , elle suit , autant qu'elle peut , la première détermination qu'elle a reçue ; ses rayons s'étendent en lignes droites , tant qu'il ne se rencontre aucun obstacle , ni aucun nouveau milieu qui en change la direction , & les phénomènes qui en résultent sont l'objet d'une science qui se nomme *Optique proprement dite* , pour la distinguer de l'*Optique générale* , qui comprend tout ce qui concerne la lumière & ses différentes modifications.

A la rencontre d'un corps opaque , l'action de la lumière se réfléchit communément , & produit d'autres effets : on les a compris sous une théorie particulière , à laquelle on a donné le nom de *Catoptrique*.

XV. Enfin, cette même action se réfracte dans bien des occasions en passant d'un milieu dans un autre qui est plus aisé ou plus difficile à pénétrer pour elle; cela donne lieu encore à d'autres phénomènes qu'on a assujettis à des loix, & ce sont les principes d'une troisième science appelée *Dioptrique*. Suivons les mouvements de la lumière sous ces trois points de vue.

ARTICLE PREMIER.

De la lumière directe; ou, des principes de l'Optique proprement dite.

Nous considérerons ici la lumière comme exerçant ses mouvements dans un milieu parfaitement libre; ou, pour ne pas nous écarter de l'état naturel, nous supposerons au moins que la lumière se meut dans un milieu homogène, c'est-à-dire, d'une résistance uniforme dans toute son étendue: telle est une masse d'eau; tel est un morceau de crystal, ou si l'on veut, une masse d'air dans une région déterminée de l'atmosphère; & lorsque pour la facilité de l'expression, je dirai que la lumière *passé*, qu'elle se *transmet*,

qu'elle *part* d'un tel point, qu'elle *ar-*
rive à tel autre, le lecteur se souvien- XV.
 dra, qu'il ne s'agit point d'une trans- L E Ç O N
 lation réelle attribuée aux globules
 de la lumière, mais seulement d'une
 action ou d'un choc qu'ils se commu-
 niquent les uns aux autres sans se dé-
 placer, comme j'en ai déjà fait enten-
 dre dans la première section, & com-
 me je vais l'expliquer d'une manière
 plus particulière.

Il faut croire que ces globules sont
 autant de petits corps élastiques, par
 les vibrations desquels se transmet de
 proche en proche, le choc réitéré du
 corps lumineux, de la même manière à
 peu-près qu'on a vu dans la quatrième
 Leçon, celui d'une boule d'ivoire pas-
 ser en un instant d'un bout à l'autre
 d'une file de pareilles boules : on con-
 cevra aisément, que si quelqu'un ap-
 puyoit son doigt contre la dernière, il
 sentiroit ce choc toutes les fois qu'on
 l'imprimeroit à la première : ainsi l'or-
 gane au fond duquel aboutit une suite
 de ces globules, dont nous supposons
 que la lumière est composée, ne man-
 que pas d'être ébranlé par les vibra-
 tions que fait faire à ces petits res-

sorts l'impulsion réitérée du corps enflammé qui brille à quelque distance.

XV.
L E Ç O N.

On entendra mieux ceci en se rappelant ce que nous avons dit de la flamme dans la xiv^e. Leçon : elle y est représentée comme étant l'écoulement d'un fluide embrasé, ou plutôt, comme la dissipation continue d'une vapeur lumineuse. Les parties propres d'un corps combustible, du bois, par exemple, de la cire fondue, ou du suif, divisées de plus en plus par les degrés de chaleur qui ont précédé, arrivent à un tel point de dilatation, que les particules de feu qu'elles renferment se découvrent enfin par autant de petites explosions. Si cela n'arrivoit qu'une fois, la matière de la lumière qui environne ce petit éclat ne recevroit qu'une seule secousse, & l'œil par cette impulsion momentanée n'appercevroit qu'une étincelle : mais comme je l'ai dit, la flamme est un écoulement ; la particule enflammée qui se dissipe, fait place à une autre qui éclate bientôt comme elle, & qui réitére le choc sur la même file de globules au bout de laquelle se trouve l'œil du spectateur ; chaque

point du corps enflammé produit le même effet, & c'est ainsi que toute sa surface embrasée devient continuellement visible. XV.
L E Ç O N.

Les corps qui sont lumineux de cette manière, s'épuisent nécessairement, & n'ont qu'une certaine durée; puisque le feu qui brille en eux, ou à leur superficie, ne se montre qu'en dissipant leur propre substance; mais il est possible que ce même élément sans passer au-dehors; sans rien dissiper, conserve dans les pores d'une matière, un mouvement de vibration précédemment acquis, & que faisant l'effet d'une petite flamme, il mette en jeu la matière de la lumière du dehors, avec laquelle il communique, comme cela arrive vraisemblablement à plusieurs des phosphores dont j'ai parlé plus haut.

Une file de globules animés d'un mouvement de vibration, comme je viens de l'expliquer, est à proprement parler, ce que l'on doit nommer *Rayon de lumière*; & comme chaque point d'une flamme peut être aperçu de tous côtés, on doit concevoir que le plus petit corps lumineux est le centre

XV. commun d'une infinité de ces rayons
LEÇON. simples qui forment autour de lui une
 sphere d'une certaine étendue. *Fig. 1.*

Mais il est à présumer qu'un filet de lumière réduit à ce degré de simplicité ne seroit pas sensible ; celui qu'on fait passer par un trou d'épingle & que nous appercevons dans un lieu obscur , doit être déjà considéré comme un faisceau qui contient peut-être plus de mille de ces rayons simples. C'est par cette raison , qu'un rayon sensible de lumière n'est pas naturellement d'une grosseur égale dans toute sa longueur ; car puisque les globules qui le composent sont rangés sur des lignes qui partent d'un centre commun , quand le corps lumineux ne seroit qu'un point comme on le voit en *A Fig. 2.* il est évident que ce rayon doit former une pyramide , comme *AB* , dont la base se présente à l'œil.

Cet écartement que souffrent les filets de lumière , en partant d'un point *radieux* ou *rayonnant* , s'appelle *Divergence* , & se mesure par la grandeur de l'angle que ces rayons forment entr'eux. Ainsi *CD* , *CE* , *Fig. 3.*

font deux rayons divergens , mais qui le sont moins que CF , CG .

XV.

LEÇON.

Un corps lumineux d'une certaine grandeur , tel , par exemple , que la flamme d'une bougie , étant composé d'une infinité de points radieux , il faut nécessairement que les jets de lumière qui partent de ces différents points , aillent à la rencontre les uns des autres , se joignent & se croisent les uns plus près , les autres plus loin , ceux-ci plus bas , ceux-là plus haut , à gauche & à droite , &c. comme on le peut voir par la *Fig. 4* , dans laquelle , pour éviter la confusion , je n'ai marqué que trois de ces points rayonnants , avec quelques-unes seulement de leurs pyramides lumineuses , ou faisceaux de rayons divergens.

Cette disposition respective des rayons qui venant de plusieurs objets , ou de différents points du même objet , vont ainsi se joindre & se croiser , s'appelle *Convergence* , & se mesure de même que la divergence par la grandeur des angles : ainsi les rayons qui partent des points H , H , *Fig. 5* , sont tous convergens , les uns en I , les autres en K ; mais ceux qui aboutissent

XV. en I sont plus convergents entr'eux
 L E Ç O N. que les autres , parce qu'ils forment
 un plus grand angle , ou , ce qui revient au même , parce que leur point de convergence est plus près des corps lumineux d'où ils procèdent.

De tout ceci l'on peut conclure ,
 1°. Qu'en quelque endroit qu'on présente un plan vis-à-vis d'un point radieux , ce plan deviendra comme la base d'une pyramide de lumière.

2°. Que le plan sera moins éclairé ; à mesure qu'il s'éloignera davantage du point radieux.

3°. Que si le corps lumineux est d'une grandeur & d'une figure sensibles , ce même plan deviendra la base commune d'autant de pyramides de lumière , qu'il y aura de points radieux tournés vers lui.

4°. Enfin , que si au lieu d'un plan qui arrête la lumière , on fait un trou dans un carton , ou dans une planche mince , les pyramides lumineuses qui viennent des différents points de l'objet s'y croiseront passant de droite à gauche , de gauche à droite , de haut en bas , de bas en haut , &c. Rendons tout cela sensible par des expériences.

I. EXPERIENCE.

1

I. EXPERIENCE.

XV
LEÇ.

PREPARATION.

ABCD, Fig. 6. représente le volet d'une chambre bien fermée & bien obscure exposée au midi, ou à peu près. A trois ou quatre pieds au-dessus du plancher, ce volet est percé à jour pour recevoir une caisse *EFGH*, de 18 pouces de haut, & d'un pied de largeur, dont les côtés sont arrondis circulairement, pour lui donner la liberté de tourner horizontalement sur deux pivots *I, I*, à la manière des tours qu'on a coutume de pratiquer dans les parloirs des Religieuses. Le devant de cette caisse qui passe hors de la fenêtre est entièrement ouvert, & porte en avant trois miroirs de métal plus longs que larges, & mobiles sur toutes sortes de sens. Le derrière de cette même caisse répond dans la chambre, & est entièrement fermé, à la réserve de trois trous *a, c, b*, d'un pouce de diamètre chacun, & pratiqués dans une ligne horizontale à égale distance l'un de l'autre, à peu près à la demi-hauteur de la caisse. Ces

XV.
LEÇON. trous peuvent se rétrécir par des diaphragmes, recevoir des verres de différentes sortes, ou se fermer entièrement quand il en est besoin. *FK*, est une règle de bois de 6 pieds de longueur sur 4 pouces de large, qui tient d'une part à la caisse & est appuyée de l'autre sur un pied dans une situation horizontale. *L* est une platine de bois ou de métal élevée verticalement, & portée sur un pied qu'on fait glisser suivant la longueur de la règle, pour l'éloigner ou l'approcher de la caisse : il faut avoir plusieurs de ces platines, dont les unes soient couvertes de drap noir, les autres peintes en blanc, & quelques-unes que l'on puisse percer aisément d'un ou de plusieurs trous, quand l'expérience l'exige.

Par le moyen de cette machine, on peut faire commodément quantité d'expériences sur les rayons solaires : car en les recevant sur les miroirs qui sont au-dehors, & que l'on peut manier, en ouvrant pour un moment l'autre volet de la même fenêtre (*a*), qu'on suppose en avoir deux, comme

(*a*) Ou bien si la partie de la caisse qui est dans la chambre, se trouve assez longue, on

cela est pour l'ordinaire, on leur fait prendre une situation horifontale pour passer dans la chambre par les trous *a*, *c*, *b*, où ils reçoivent la forme & la couleur qu'on veut qu'ils aient, par le moyen de certains verres ou des diaphragmes qu'on y met ; & comme on peut faire tourner horifontalement la caisse & la regle *FK*, & tout ce qui est posé dessus, on a l'avantage de suivre, autant qu'on le veut, le mouvement du soleil, & de voir à son aise les effets qu'on s'est proposé d'examiner.

Pour l'expérience dont il s'agit maintenant, on doit fermer entièrement les deux trous, *a*, *b*, & ajuster par-dedans la caisse à celui du milieu, un tuyau de deux pouces de longueur qui porte une lentille de verre blanc de 18 lignes, ou environ, de diamètre, & dont le foyer se trouve précisément en *c*, comme le bout du tuyau, qui doit avoir en cet endroit deux lignes d'ouverture ; par ce moyen le jet de lumière qu'on fait entrer dans la

peut pratiquer à l'un de ses côtés une petite fenêtre qui s'ouvrira quand on voudra changer l'inclinaison des miroirs.

XV.
LEÇON. chambre, se divise en une infinité de rayons divergents, & représente fortement & d'une manière bien vraie, ce qu'on doit entendre par un point radieux, ou un petit corps lumineux.

Il faut placer devant ce point radieux, à 5 ou 6 pouces de distance, une platine verticale & mince *L*, percée de plusieurs trous ronds, qui aient chacun 4 lignes de diamètre, & plus loin une autre platine, ou un carton blanc, *M*, que l'on fera avancer & reculer plus ou moins.

E F F E T S.

On apperçoit sur le carton *M* autant de cercles lumineux qu'il y a de trous à la platine *L* : ces cercles s'agrandissent, & leurs centres s'écartent les uns des autres à mesure que l'on recule davantage le plan qui les reçoit.

E X P L I C A T I O N.

Les images circulaires qu'on apperçoit sur le carton *M* sont formées par des jets de lumière que la platine *L* n'a pu intercepter, étant trouée aux endroits de son plan où ces jets se sont présentés : on conçoit assez qu'on

verroit le même effet se multiplier autant qu'on le voudroit, si l'on aug- XV.
mentoit le nombre des trous; d'où il Leçon
 suit que dans toute l'étendue de la platine du côté qui regarde le point radieux *c*, il n'y a pas un espace circulaire de 4 lignes de diamètre, qui ne reçoive un jet de lumière semblable à l'un de ceux qu'on voit passer par les trous de cette même platine.

On ne peut pas douter que ces jets n'aient la forme d'une pyramide, puisqu'à une plus grande distance de leur origine, ils marquent de plus grands cercles sur le carton qui les reçoit; & cela doit être, car ce sont des faisceaux ou des assemblages de rayons divergents, qui partent du point *c*, comme d'un centre commun: par la même raison, les jets eux-mêmes vont en s'écartant les uns des autres de plus en plus; ce qui fait, que non-seulement chaque cercle s'agrandit à mesure qu'on éloigne le carton, mais encore que les centres de ces cercles s'éloignent les uns des autres.

 XV. II. EXPERIENCE.
 LEÇON.

PRÉPARATION.

Tout étant disposé comme dans l'expérience précédente, il faut placer à un pied de distance du point radieux *c* une grande platine verticale *l*. percée au milieu d'un trou rond de 6 lignes de diamètre, & recevoir sur le carton *m* la lumière qui passera par ce trou : premièrement à un pied de distance de cette platine, ensuite à 2 pieds, à 3 pieds, &c. & mesurer avec un compas le diamètre du cercle lumineux à tous les endroits où l'on arrêtera le carton, *Fig. 7.*

EFFETS.

En procédant ainsi on peut remarquer 1°. que la lumière s'affoiblit sur le carton *m*, à mesure qu'on l'éloigne de la platine tronée. 2°. Que le cercle lumineux s'agrandit de manière qu'il acquiert un diamètre double, triple, quadruple, &c. lorsqu'on éloigne le carton *m* de deux, de trois, de quatre pieds, &c. du trou *c*, où est le point radieux.

EXPLICATION.

XV.

L E Ç O N.

L'affoiblissement de la lumière qu'on remarque sur le carton à mesure qu'on le recule, est une suite nécessaire de la divergence des rayons ; car puisqu'ils vont en s'écartant toujours de plus en plus les uns des autres, leur écartement doit être plus grand à une plus grande distance du point radieux *c*, & plus ils occupent d'espace sur le plan qui les reçoit, moins il y en a sur chaque partie de cet espace.

Comme le diamètre du cercle lumineux à deux pieds de distance du point radieux se trouve deux fois aussi grand qu'il étoit à un pied, & qu'à 3 & à quatre il est triple & quadruple, on doit en conclure, que les rayons sont à la seconde distance, 4 fois, à la troisième 9 fois, à la quatrième 16 fois, plus raréfiés qu'à la première ; parce que les espaces circulaires sont entr'eux comme les chiffres 1, 4, 9, 16, &c. lorsque leurs diamètres sont exprimés par ceux-ci 1, 2, 3, 4, &c. & comme les quatre premières quantités qui représentent les degrés de raréfaction des rayons sont les carrés

XV. (a) des quatre dernières qui marquent les distances où l'on a mesuré le cercle lumineux, on peut dire en général : que la lumière qui vient directement du point radieux se raréfie, ou s'affoiblit, en raison du quarré de la distance ; de sorte que si un petit morceau de carton, par exemple, qui seroit égal au trou de la platine qui est à la première distance, étoit placé dans le cercle lumineux de la seconde distance, il y seroit quatre fois moins illuminé ; à 3 pieds il le seroit neuf fois moins ; & à 4 pieds ; il ne recevroit que la seizième partie des rayons que sa circonférence embrassoit quand il n'étoit qu'à un pied du trou c. (b).

APPLICATIONS.

L'œil étant l'organe de la vue, & les effets dont j'ai à parler étant

(a) On appelle *quarré* le produit d'une quantité multipliée par elle-même : 4 est le quarré de 2 : 9, celui de 3 ; parce que deux fois 2 font 4, & que trois fois 3 font 9.

(b) Je ne considère ici, comme l'on voit, que cet affoiblissement de la lumière qui vient de la divergence des rayons, faisant abstraction des autres causes qui produisent le même effet, & dont j'aurai occasion de parler ailleurs.

presque

presque tous relatifs à la vision , il seroit tout-à-fait convenable que l'on sçût d'abord comment ce sens est affecté par la lumière , & par quel mécanisme les rayons extérieurs portent leur action jusqu'au dedans : mais comme tout ce que j'aurois à dire sur cela tient à des principes qui ne sont point encore exposés , & qui ne peuvent l'être à présent , je suis forcé de différer cette instruction , & je ne considère maintenant que la prunelle de l'œil , comme une ouverture circulaire qui reçoit ou qui donne passage aux rayons émanés de l'objet lumineux ou illuminé.

Je dis lumineux ou illuminé ; car quoique je n'aye encore pris pour exemples que des corps qui luisent de leur propre fond , comme un astre , une bougie allumée , un phosphore , il faut sçavoir que tout autre objet devient sensible par l'action réfléchie de la lumière qui l'éclaire ; de sorte qu'on peut regarder chaque point visible de sa surface comme étant vraiment *radieux* , à cela près que les rayons qui en viennent , ne sont pas en si grand nombre & n'ont pas au-

XV.
Leçon. tant d'activité que ceux d'un corps embrasé ou flamboyant. Si l'on faisoit , par exemple , en plein jour les deux expériences que je viens de rapporter , & qu'on couvrît le point radieux c avec un petit morceau de carton blanc , l'œil placé devant la platine L appercevrait cet objet par tous les trous qu'on y pourroit faire , fussent-ils au nombre de mille ; & si au lieu de présenter un carton plein M aux différentes distances dont j'ai parlé , on se servoit d'un carton percé à jour , l'œil appercevrait encore le même objet dans toute l'étendue d'un trou rond dont le diamètre pourroit croître en raison directe des distances.

On croira aisément que si la platine L placée devant le point radieux c étoit aussi large que l'embrasure de la fenêtre où se fait l'expérience , en quelque endroit qu'on y perçât un trou , l'œil du spectateur placé derrière appercevrait par-là le point c ; & que si au lieu d'un trou , on en perçoit 100 , autant de personnes pourroient faire ensemble la même épreuve , parce qu'il n'y en auroit aucune qui ne re-

cût en même-tems que les autres un faisceau de rayons divergents procédans du point radieux : c'est par la même raison qu'un peuple entier voit tout-à-la-fois ce qui se présente à ses yeux dans une place publique , qu'une troupe nombreuse de soldats obéit à un seul signal, qu'un astre dans le même instant peut être apperçu par tous les êtres clair-voyans qui habitent une grande partie de la terre ; car autour d'un corps lumineux qui est isolé, il n'y a pas un endroit large comme la prunelle de l'œil du plus petit animal , qui ne puisse recevoir la base d'une pyramide de rayons animés ou renvoyés par cet objet.

Les pyramides de lumière qui viennent du point radieux à l'œil , & que nous nommerons simplement *rayons* , quand nous n'aurons en vue que leur direction , ou la ligne qui leur sert d'axe , sont parfaitement droites dans un milieu homogène : cette vérité , dont nous faisons tous les jours l'épreuve depuis notre enfance , est reçue comme un axiôme : c'est en vertu de cette connoissance , que le chasseur estime la perdrix dans la direction de

XV. son fusil ; qu'un ingénieur , pour aligner un chemin ou un fossé plante des piquets , dont les extrémités se trouvent rangées dans le rayon visuel ; qu'un Géomètre juge un objet dans l'alignement des pinules ou de la lunette de son instrument : car si l'on n'étoit pas bien sûr que le rayon qui va de l'objet à l'œil est parfaitement droit dans toute sa longueur , on ne pourroit pas légitimement conclure la position de cet objet , par la partie du rayon visuel qui auroit suivi l'instrument en arrivant à l'œil.

C'est encore sur la foi de cet axiôme & par la grande habitude que nous avons de voir , que nous déterminons la direction dans laquelle se trouve chaque point visible d'un objet , & sa distance quand elle n'est pas grande. A l'égard de la direction , nous voyons toujours l'objet dans la longueur indéterminée de l'axe de la pyramide lumineuse qui nous le fait sentir dans la ligne *PQ*, *Fig. 8* ; & quant à la distance , nous le rapportons ordinairement à l'endroit de cet axe , où les rayons divergents qui entrent dans l'œil , iroient en droite li-

gne se réunir ou se croiser, s'ils retournoient sur leurs pas, en R, par exemple. Cette règle nous domine tellement dans la vision des objets, que nous la suivons comme malgré nous, lors même que la réflexion nous apprend qu'elle nous trompe, comme on le verra dans la suite par le détail que nous ferons de ses exceptions.

XV.
L E Ç O N,

Au reste, ce n'est pas seulement la vue qui nous fait juger ainsi de la distance & de la direction des objets qui sont hors de nous; cela est commun aux autres sens, quoique peut-être avec moins de précision. Un aveugle qui cherche le feu pour se chauffer, s'avance en droite ligne autant qu'il peut vers l'endroit d'où il sent que vient la chaleur, & il juge qu'il en est assez près, par l'impression plus ou moins forte qu'il en ressent. Nous allons de même à la découverte du corps odorant ou du corps sonore, & nous connoissons à peu près son degré de proximité, par la quantité d'odeur ou de son qui frappe l'organe; si les échos nous trompent, si quelquefois nous avons peine à décider de quel

côté est une cloche dont le son se répète fortement , n'est-ce point parce que nous sçavons dès nos plus tendres années , que le son nous vient naturellement en ligne droite & sans détours, du lieu où l'on le fait naître ?

Puisque la vision des objets se fait en ligne droite , on doit s'attendre qu'elle n'aura pas son effet , quand cette ligne sera interrompue par quelque obstacle. Nous avons déjà observé dans la VII^e. Leçon qu'un vaisseau qui vient de la pleine mer au continent apperçoit les clochers & les cheminées d'une ville , avant que de voir le rez-de-chaussée des édifices , & que ceux qui sont dans le port & qui commencent à découvrir ce vaisseau arrivant , reconnoissent le haut des mâts & des voiles , avant que de voir le corps du bâtiment : c'est, comme je l'ai dit alors, un effet de la convexité de la mer qui suit celle du globe terrestre dont elle fait partie ; mais cela n'arrive ainsi que parce que cette courbure de la surface de l'eau interrompt le rayon visuel du spectateur qui cherche à voir la partie la plus basse de l'objet. Voyez la fig. 8. tom. II. p. 266.

Ce sont ces obstacles par lesquels les rayons de lumière se trouvent interrompus, qui produisent ce que l'on appelle *ombre* (a), en empêchant que le mouvement de vibration imprimé aux files de globules par le corps lumineux, comme je l'ai expliqué précédemment, ne se communique plus loin. L'ombre n'est donc autre chose, à proprement parler, qu'une lumière éteinte, par l'interposition d'un corps opaque: elle doit occuper par conséquent tout l'espace qui seroit illuminé par cette portion de lumière, si elle avoit le mouvement qu'elle ne peut plus recevoir. On peut s'en convaincre aisément, si l'on en doute, en bouchant en tout ou en partie le trou de la platine *l*; car alors le cercle lumineux qu'on a coutume de voir sur le carton blanc *m* disparaîtra entièrement, ou bien il souffrira un retranchement qu'on verra croître

XV.

LEÇON.

(a) Il y a bien des choses curieuses à dire au sujet de l'ombre: l'abondance des matières que j'ai à traiter dans ce volume m'oblige à remettre celle-ci à une autre occasion: j'en pourrai parler dans la XVIII. Leçon, où il s'agira du mouvement des astres & des effets qui en résultent.

XV. dans la même proportion que lui, à mesure qu'on reculera le carton pour l'éloigner du point radieux *c*.

Il suit de-là, qu'un petit obstacle produit beaucoup d'ombre, lorsqu'il est près du corps lumineux, & qu'il en fait moins à mesure qu'il s'en éloigne davantage : la proportion est telle que le nombre des rayons interceptés diminue comme le quarré de la distance qui augmente ; c'est-à-dire, que quand l'obstacle est à une distance double, triple ou quadruple, il intercepte 4 fois, 9 fois, ou 16 fois moins de lumière, que quand il étoit à la première distance ; car puisqu'une pyramide de rayons divergents occupe sur le carton placé à la deuxième distance 4 fois plus d'espace qu'à la première, il est évident qu'un corps opaque d'une grandeur déterminée qui, à la distance d'un pied, arrêteroit toute cette pyramide, n'en doit plus arrêter que le quart à la distance où le cercle formé par cette lumière se trouve 4 fois plus grand que lui.

On voit par-là, pourquoi les taches qui viennent aux yeux vis-à-vis de la prunelle n'empêchent pas ab-

seulement de distinguer les objets ; tant qu'elles n'en couvrent qu'une petite portion ; car comme elles n'interceptent qu'une partie des rayons divergents qui forment chaque pyramide lumineuse , elles en laissent encore passer assez de chacune pour rendre sensible, quoique plus foiblement, tous les points d'où partent ces pyramides. Les personnes qui ont les yeux dans cet état , peuvent suppléer en quelque façon au nombre des rayons qui leur manquent, par l'activité de ceux qui restent , en éclairant l'objet d'une lumière plus forte : il y a même des moyens pour faire entrer par la partie de la prunelle qui n'est point couverte plus de rayons qu'il ne s'en présente naturellement , & par-là dédommager l'œil de ce que sa tache lui fait perdre ; mais outre que ces moyens n'appartiennent point à l'action immédiate de la lumière dont nous sommes maintenant occupés , ils ont l'inconvénient de changer la divergence des rayons , & nous ferons voir ailleurs , que bien loin d'aider la vision , cela peut y nuire , quand l'œil n'a point d'autre défaut que celui d'être taché.

XV.
LEÇON.

Comme on voit la lumière s'affoiblir sur le carton *m*, à mesure qu'on l'éloigne du point *c*, on doit penser qu'elle diminue de même sur l'œil qui la reçoit, lorsqu'il s'écarte de plus en plus de l'objet qu'il regarde : ce qui fait qu'à un certain degré d'éloignement nous cessons de le voir ; car nous ne pouvons le distinguer que par les points lumineux ou visibles de sa surface : or ces points cessent d'être sensibles pour nous, dès que les jets de lumières qui en viennent font des impressions trop foibles sur l'organe ; & c'est ce qui arrive, lorsque nous regardons de trop loin, parce qu'alors ces jets, à cause de la divergence de leurs rayons, se trouvent trop raréfiés, pour que ce qu'il en entre dans la prunelle, puisse se faire sentir suffisamment (*a*) ; mais ce dé-

(*a*) Quoique ceci doive entrer en considération pour les objets qu'on regarde de loin, je ne prétends pas pour cela que ce soit la cause principale qui nous les fait perdre de vue : à une certaine distance, les rayons qui viennent à l'œil d'un même point de l'objet, sont comme parallèles entr'eux ; leur divergence est si petite, qu'elle ne contribue presque plus à leur affoiblissement : cet effet dépend plus essentiellement de quelques autres causes dont je ferai mention ci-après.

gré d'éloignement où la vue manque, varie selon l'état de l'œil, la nature ou les qualités de l'objet, & l'intensité de la lumière qui le rend visible. XV.
L E Ç O N

Quand je dis l'état de l'œil, je ne prétends parler ici que de son degré de sensibilité : il n'est point encore tems de raisonner sur la figure de ses humeurs, dont les changemens influent plus que toute autre chose sur l'étendue de la vision distincte : il est certain que cet organe est, comme tous les autres, plus sensible dans certaines personnes, dans certains animaux, & qu'il est sujet aussi à vieillir, à s'user, à se gâter : l'âge, les maladies, l'abus qu'on en peut faire en l'appliquant trop long-tems ou trop souvent à des objets fort lumineux ; tout cela est bien capable d'altérer la sensibilité de l'œil ; & telle lumière que la distance a rendu trop foible pour toucher efficacement celui-ci, fera encore une impression suffisante sur celui-là s'il est mieux constitué, ou mieux conservé : bien des gens voyent par cette seule raison plus distinctement que d'autres tous les

objets, & les découvrent de plus loin.

XV.
LEÇON. Les efforts qu'on fait pour appercevoir ce qui est fort éloigné, tendent à dilater la prunelle autant qu'il est possible, pour recevoir un plus grand nombre de ces rayons trop raréfiés : c'est un moyen que la nature inspire, & qui a son effet : mais il est bien limité ; l'art en fournit d'autres qui sont beaucoup plus puissants, & dont je parlerai quand l'ordre des matières le permettra.

Les personnes dont les yeux sont très-sensibles, & qui ont, comme on dit, *la vue tendre*, ont l'avantage de voir où les autres ne voyent pas : il s'en est trouvé qui lisoient pendant la nuit sans chandelle, & qui distinguoient tout dans des souterrains & dans des cachos très-obscurs ; mais pour l'ordinaire elles ont le désavantage de ne voir qu'avec peine les objets qui sont fort éclairés & d'une couleur resplendissante ; j'en connois qui ne peuvent soutenir la vue du pavé, lorsque les rayons du soleil donnent dessus en été, & qui en voyageant sur la neige, sont obligés d'avoir les yeux presque toujours fermés : ces sortes

de vues se fatignent aussi fort aisément : elles ne sont point à l'épreuve d'une longue lecture , sur-tout à la bougie , ni d'une longue suite d'observations délicates.

XV.

LEÇON.

Les hiboux , les chats & les autres animaux qui chassent pendant la nuit, ont des yeux qui s'ouvrent beaucoup ; comme ils ne voient ordinairement que par des rayons de lumières très-foibles & très-raréfiés , la nature leur a donné le moyen d'en recevoir un plus grand nombre ; elle a joint sans doute à cet avantage celui d'un organe très-sensible : car on peut remarquer que la grande lumière fait mal à ces animaux , & que quand ils y sont exposés, plusieurs d'entr'eux ont soin de rétrécir beaucoup la prunelle , à quoi la nature a encore pourvu par une organisation particulière.

L'espèce & les qualités de l'objet font encore qu'on l'apperçoit à une distance plus ou moins grande. Si c'est un corps lumineux par lui-même ; comme la flamme & tout ce qui y ressemble , tous les points de sa surface sont radieux ; & si cette flamme a beaucoup d'activité , les rayons de lu-

XV.
Leçon. mière qu'elle anime en deviennent plus puissants ; ainsi la plus petite bougie allumée s'apperçoit de plus loin qu'un ver-luisant pendant la nuit , & l'un & l'autre beaucoup mieux qu'un corps opaque de même grandeur & également éloigné qu'on prendroit soin de bien éclairer : rien n'approche davantage de ces corps qui brillent par eux-mêmes , que les surfaces polies , & de couleurs vives , comme le blanc, le rouge, le jaune, &c. parce que d'une part il y a plus de points lumineux , & que de l'autre chacun de ces points brille davantage. On découvre de 25 ou 30 lieues & même de plus loin certaines montagnes couvertes de neige qu'on perd de vue dès que cette neige vient à se fondre.

Enfin , la manière dont un objet est éclairé, fait encore qu'on l'apperçoit à des distances bien différentes ; car si la lumière qui le rend visible ne part point de lui immédiatement , elle a des effets plus ou moins limités à proportion de sa force primitive , du chemin qu'elle a fait , & des milieux qu'elle a traversés avant que d'arri-

ver à l'objet qu'elle éclaire ; mais je ne dois point m'arrêter maintenant à ces considérations , parce qu'elles appartiennent à d'autres parties que j'aurai à traiter par la suite.

XV.
L E Ç O N.

En considérant la diminution de la lumière causée par la divergence des rayons , on doit penser que des comparaisons semblables à celles de notre II. Expérience ne peuvent plus la rendre sensible , cette diminution ou cet affoiblissement , quand le point radieux est à une très-grande distance , tel que seroit un point de la surface du soleil, ou d'une étoile fixe (*a*) ; car alors ces rayons sont si peu divergents, qu'on peut les regarder comme étant sensiblement parallèles. Si l'on pouvoit faire passer dans un lieu obscur un jet de lumière venant d'un seul point du soleil (*b*) , on le verroit indubitablement sous une forme , non pyramydale , mais cylindrique ; & par

(*a*) Et même à des distances beaucoup moins grandes.

(*b*) On verra par la suite que cela n'est pas facile , & qu'un rayon du soleil qui passe par le trou d'une fenêtre dans une chambre obscure, n'est pas ce que l'on demande ici.

conséquent à quelque distance du trou qu'on le reçût sur un plan , l'espace qui en seroit illuminé ne changeroit pas de grandeur. On voit par-là pourquoi des objets de cette espèce qui ont la force d'animer des rayons aussi longs, sont apperçus à 100 lieues plus loin comme à 100 lieues plus près : car les rayons qui viennent de chaque point de leur surface étant comme parallèles entr'eux , l'œil éloigné plus ou moins en reçoit toujours à très-peu près une égale quantité.

Mais la lumière ne décroît pas seulement par la divergence naturelle de ses rayons, elle s'affoiblit encore en traversant les milieux mêmes les plus diaphanes; car on a beau imaginer qu'elle y trouve des pores alignés dans toutes les directions possibles, & remplis d'une lumière éteinte à laquelle elle n'a qu'à communiquer son mouvement , il arrive que les parties propres de ces milieux interrompent, de tems en tems la contiguité des globules , & occasionnent ou des déviations ou des mouvements rétrogrades qui diminuent

nuent d'autant le progrès de la lumière en avant. Le morceau de verre le plus mince & le plus transparent repousse toujours une partie des rayons qui se présentent à sa surface ; l'eau la plus limpide ne laisse point pénétrer la lumière jusqu'au fond de son bassin , s'il a une certaine profondeur ; l'air de l'atmosphère ne laisse point arriver jusqu'à nous toute celle qui se dirige des astres vers notre globe , & sans lui nous distinguerions bien mieux & de plus loin les objets qui se présentent à notre vue.

Il y a certainement de quoi méditer sur cette matière qui est encore neuve, quoique quelques sçavans en aient déjà fait l'objet de leurs recherches : il seroit aussi curieux qu'utile , de sçavoir au juste & dans toute son étendue de combien la lumière diminue à la surface & dans l'intérieur des corps où elle peut pénétrer , & les rapports qu'il y a entre les degrés de transparence & les différentes épaisseurs de ces mêmes corps ; mais en attendant qu'on ait sur cela tout ce qu'il y auroit à désirer, on peut

XV.

LEÇON.

Chacun des deux trous a , b , étant précisément l'endroit où viennent se croiser les rayons solaires réfléchis par le miroir sur la lentille de verre dont l'autre bout du tuyau est garni, on doit le considérer comme un point radieux semblable à celui du trou c , avec cette seule différence, que la lumière tamisée par un verre rouge ou bleu paroît dans la chambre sous l'une ou l'autre de ces deux couleurs.

Puisqu'un point radieux anime tout autour de lui des rayons divergents dont il est le centre, on doit s'attendre que chacun de ceux-ci étant découvert, illuminera entièrement la platine qui lui est opposée à deux ou trois pieds de distance, fût-elle beaucoup plus grande qu'elle n'est : voilà pourquoi le petit cercle de carton blanc placé sur le drap noir se trouve illuminé d'une lumière, tantôt rouge, tantôt bleue, selon qu'on a découvert l'un ou l'autre des deux trous a ou b , & qu'il brille simplement d'une lumière sans couleur, quand il n'y a que le trou c ouvert. C'est encore

pour la même raison , que ces effets subsistent constamment , à quelque XV.
endroit qu'on attache le petit cercle LIÇON.
de carton sur la platine.

On ne peut pas douter que la même platine ne reçoive aussi dans toute son étendue en même-tems la lumière de tous les points radieux auxquels elle est exposée ; puisque les deux trous *a* & *b* étant découverts ensemble , le petit cercle de carton , en quelque endroit qu'on le mette sur la platine , reçoit une couleur purpurine ; car il est évident que cela vient du mélange des deux couleurs , rouge & bleue.

Le petit cercle de carton blanc est illuminé plus vivement & sans couleur par la lumière qui passe en *c* , que par celle qui vient des deux autres ouvertures , parce que n'ayant que la lentille de verre à traverser , elle souffre moins de déchet que dans les deux autres tuyaux , où il y a encore des verres de couleur. J'aurois à ajouter une autre raison au moins aussi forte que celle-là ; mais je ne puis la faire valoir , que quand j'aurai fait connoître comment la lumière de-

vient capable de colorer les objets ;
 XV. & en quoi elle diffère alors de son
 LEÇON. état ordinaire.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Cette expérience se prépare comme la précédente ; mais au lieu de la platine couverte de drap noir , on en employe une autre qui est faite d'une feuille de métal qui a une demi-ligne d'épaisseur , & qui est ouverte au milieu par un trou rond de 6 lignes de diamètre ; à un pied ou 15 pouces de distance plus loin , on en présente une autre de carton blanc , & sans ouverture.

EFFETS.

Les trois trous de la caisse *a* , *b* , *c* , étant ouverts ensemble , & radieux , on apperçoit sur le carton blanc trois cercles lumineux , dont un rouge , un bleu , & un autre sans couleur , rangés sur une même ligne , mais dans un ordre opposé à celui des trous radieux ; c'est-à-dire , que le cercle rouge dont la lumière vient du point

a se trouve en *d*, le bleu formé des rayons qui ont passé par *b* se voit en *f*: celui qui n'est point coloré occupe le milieu *e* comme le trou *c*, d'où vient la lumière. Voyez la Fig. 9. XV.
L E Ç O N.

Si l'on éloigne davantage le carton de la platine trouée, il en arrive de nouveaux effets. Premièrement, chacun des trois cercles s'agrandit; & en second lieu, les centres de ceux des côtés *d*, *f*, s'éloignent davantage de celui du milieu.

EXPLICATION.

Nous avons vu par la dernière Expérience, que le petit cercle de carton blanc, en quelque endroit qu'on le mît sur la platine de drap noir, devenoit toujours comme la base commune des pyramides de lumière qui venoient des trois points radieux *a*, *b*, *c*; ces mêmes pyramides ne trouvant plus cet obstacle, mais un passage libre à travers la platine verticale, se prolongent jusques sur le carton, chacune d'elles suit sa première direction: la rouge & la bleue se croisent au passage sur celle du milieu; de manière que leurs bases prennent

XV. des situations opposées à celles de leurs pointes , celle qui part de la droite aboutit à la gauche , & l'autre s'étend de la gauche à la droite.

Si le carton vient à s'éloigner davantage de la platine percée où se fait le croisement, chacun des cercles lumineux devient plus grand à cause de la divergence des rayons , dont la pyramide est composée , comme je l'ai fait entendre plus haut ; & les centres des deux cercles colorés s'éloignent de celui du milieu , parce que les pyramides dont ils sont la base deviennent divergentes entr'elles , après s'être croisées , ce qui est très-aisé à comprendre.

A l'occasion de cette divergence causée par le croisement des pyramides lumineuses , il y a une remarque importante à faire ; c'est que les rayons qui se croisent ainsi , forment deux angles opposés par leurs pointes , & par conséquent égaux entr'eux : d'où il suit que l'écartement réciproque des cercles colorés *d* , *f* , dépend non-seulement de la distance qui est entre la platine percée & le carton , comme je l'ai fait voir ci-devant ,
mais

mais encore de celle qui se trouve entre l'endroit où se croisent les rayons & les points radieux a , b , d'où procède la lumière ; car on conçoit bien que si cette dernière distance étoit plus petite , par cela seul les angles formés par les rayons , tant avant qu'après le point de croisement , seroient plus grands , comme aussi ces mêmes angles deviendroient plus petits , si les points radieux a , b , s'éloignoient davantage du plan dans lequel ils vont se croiser.

XV.

LEÇON.

APPLICATIONS.

Tout objet , lorsqu'il devient visible , étant radieux par tous les points de sa surface , comme je l'ai expliqué page 63 , & la prunelle de l'œil pouvant être considérée , ou comme un espace circulaire qui reçoit les rayons de la lumière , ou comme un trou rond qui les laisse passer , on peut aisément appliquer au sens de la vue tous les faits qui se sont offerts dans les deux dernières Expériences , & y rapporter un grand nombre de phénomènes que personne n'ignore , mais dont peu de gens sont en état

98 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON.

de se rendre raison : arrêtons-nous seulement à ceux qui dépendent immédiatement de la direction des pyramides lumineuses qui procèdent des différents points de l'objet & de leur croisement dans la partie antérieure de l'œil , renvoyant à une autre occasion tout ce qui tient particulièrement à la structure de l'organe , dont je n'ai encore rien dit. Or ces phénomènes concernent la situation, la grandeur, la distance, la figure & la clarté de l'objet apperçu.

L'œil qui est en fonction ou qui regarde, de même que le petit cercle de carton de la III. Expérience, devient comme la base commune d'une infinité de pyramides de lumière qui ont leurs sommets aux points radieux du corps visible ; & quoique cet œil change de place, il apperçoit toujours le même objet devant lequel il est, non par ces rayons dont il étoit frappé d'abord, mais par d'autres tout-à-fait semblables ; puisque chaque point de la surface qu'il contemple anime un hémisphère entier de ces rayons divergents dont chaque pyramide lumineuse n'est qu'une très-petite portion.

Maïs pourquoi l'objet diversement coloré, moitié rouge, par exemple, & moitié bleu, ne se voit-il pas sous une couleur mixte ; puisque nous avons vu le petit cercle de carton se teindre en pourpre par le mélange des rayons qu'il recevoit en même temps du point *a* & du point *b*, dans la III. Expérience ?

C'est que la prunelle n'est point le dernier terme des rayons qui s'y rassemblent : cette partie de l'œil n'est qu'une simple ouverture, bien moins semblable au petit cercle de carton qui arrête les pyramides lumineuses de la III. Expérience, qu'au trou de la IV. qui les laisse passer outre. On doit donc concevoir que toutes ces pyramides de lumière qui vont aboutir à l'œil passent sans confusion par la prunelle, en s'y croisant, comme on l'a vu faire aux deux rayons rouge & bleu : après quoi elles continuent leurs routes jusqu'au fond de l'œil, où chacune d'elles fait son impression séparément de l'autre.

Or ce sont toutes ces impressions qui dessinent l'image de l'objet ; comme je l'expliquerai plus particulière-

XV. ment en parlant de la vision distincte : ainsi puisqu'on a vu par la IV. **LEÇON.** Expérience, Fig. 9. le rayon rouge partir de la droite & aboutir à la gauche du rayon *c, e*, après avoir passé par le trou de la platine, & le rayon bleu passer de la gauche à la droite ; on doit penser que tous les faisceaux de lumière qui se rendent des différents points de l'objet à l'œil, se croisent pareillement dans la prunelle, & que l'image qui en résulte au fond de cet organe prend une situation renversée. C'est ainsi, & par les mêmes raisons, qu'étant dans une chambre bien fermée où la lumière n'entre que par un trou pratiqué au volet de la fenêtre, ou à la porte, on apperçoit au plafond & sur la muraille la figure & les mouvements des objets extérieurs, mais dans un ordre renversé.

Oui : c'est une vérité constante ; que tout objet éclairé & placé devant l'œil, se peint au fond de cet organe, de manière que son image y prend une situation opposée à celle qu'il a. Un homme qui se tient debout y est représenté la tête en bas, & la main

droite devient la gauche ; on peut ~~se convaincre~~ s'en convaincre par une Expérience XV.
assez curieuse, mais qui demande un L E Ç O N
peu d'adresse pour être exécutée avec
succès. Il faut fermer la porte & les
fenêtres d'une chambre pour la rendre
bien obscure, pratiquer à un des volets
un trou rond de 5 à 6 lignes de dia-
mètre, & y appliquer par sa partie an-
térieure un œil de veau, ou de mou-
ton, bien frais, dont on ait enlevé
tous les téguments, à la réserve du
dernier qui touche immédiatement
l'humeur qu'on nomme *vitrée*. Si cette
préparation est bien faite, & qu'on
prenne soin de ne point changer la
forme naturelle de l'œil en le pres-
sant, ceux qui seront dans la cham-
bre verront fort bien sur le fond de
cet œil, & dans une situation renver-
sée, les objets extérieurs qui seront
bien éclairés, avec tous leurs mouve-
mens & leurs couleurs naturelles.

Si l'on s'étonne de voir les objets
droits ; quand on sçait qu'ils se repré-
sentent toujours renversés dans nos
yeux, c'est que l'on confond mal à-
propos l'impression qui se fait sur l'or-
gane, avec le jugement de l'ame qui

XV.
L E Ç O N.

la suit. *Regarder & Voir* sont deux choses différentes ; en distinguant l'une de l'autre , j'ose me flatter que je pourrai rendre raison du phénomène dont il s'agit , sans me jeter dans ces raisonnemens trop métaphysiques dont quelques auteurs célèbres ont fait usage , & sans avoir recours à ces suppositions forcées qu'on est surpris de trouver dans des ouvrages de réputation.

Regarder un objet , c'est se tourner vers lui pour en recevoir l'image au fond de l'œil ; mais quoique cette image s'y trace avec les couleurs les plus vives , nous ne voyons pas cet objet qu'elle représente , & qui est hors de nous , à moins que l'impression faite sur l'organe n'excite ou ne réveille en nous l'idée de sa présence , & ne nous porte à juger de sa grandeur , de sa situation , de sa distance , de sa couleur , de ses mouvemens , &c. Ce qui prouve bien que la vision n'est point accomplie , par cette seule peinture de l'objet , c'est qu'elle se fait également dans les yeux d'un mort , comme on peut s'en assurer par l'Expérience que j'ai rapportée

ci-dessus ; & d'ailleurs nous n'avons pas un instant les yeux ouverts en plein jour , que la lumière n'y peigne une infinité d'objets que nous ne voyons cependant point ; parce que l'ame occupée d'autres choses ne fait pas attention à tout ce qui se passe sur l'organe de la vûe : elle en fait de même à l'égard des autres sens.

Voir est donc un acte de l'ame par lequel nous rapportons à une certaine distance de nous la cause des impressions qui se font sentir sur l'organe, ou , si vous voulez , tout ce qui est représenté par l'image qui se trace au fond de l'œil. Or , ce petit tableau est un assemblage de points , dont chacun est imprimé par un pinceau de rayons qui vient en droite ligne de l'objet visible. Réduisons ces pinceaux à des rayons simples , n'en considérons que les axes , & supposons que *A, B, Fig. 10.* soient les deux extrémités d'une fleche que je regarde , & que *C* en soit le milieu. Nous pouvons appliquer à ces trois points & à leurs images ce que nous avons appris par la IV. Expérience ; les rayons extrêmes allant se croiser en *E* sur celui du mi-

lieu, doivent aboutir en *a* & en *b*, & se représenter par conséquent sur la ligne *DD*, dans un ordre tout opposé à celui qu'ils avoient avant leur croisement.

Présentement, il faut se rappeler ce que nous avons dit ailleurs, que nous jugeons naturellement l'objet de la vision au bout des pyramides ou faisceaux de lumière qui nous le font sentir. Si cela n'est pas toujours vrai, quant à l'estimation de la distance, c'est une chose incontestable & infaillible par rapport à la direction ; & c'est-là le point essentiel pour la question que je traite. Il n'est donc pas douteux, & personne ne trouvera extraordinaire que je rapporte en *C* ce que je sens sur la partie *c* de mon œil ; & pourquoi ne rapporterois-je pas de même en *A* ce dont l'image est imprimée en *a*, & pareillement en *B*, le bout de la flèche qui m'affecte par le rayon *Bb* ? ces deux derniers jugemens sont aussi légitimes que le premier, & j'en puis dire autant de tous les autres points visibles de l'objet pris séparément.

Mais si en rapportant ainsi chaque point de l'objet au bout du rayon qui

m'en trace l'image, je vois le bout de la flèche *A* au-dessus de *C*, & l'autre extrémité *B* au-dessous de ce même point ; ou ce qui est la même chose, si je vois la flèche droite, quoiqu'elle se représente renversée dans mes yeux, est-ce une nouvelle merveille à expliquer ? n'est-ce pas plutôt une suite nécessaire de ce que j'apperçois cette flèche par des rayons croisés, & de ce que je suis le penchant naturel que j'ai à rapporter chaque point de l'objet à l'extrémité du rayon qui me le rend visible ?

XV.

L E Ç O N.

N'imaginons donc pas, comme on l'a fait, contre toute vraisemblance, que nous voyons naturellement les objets renversés, & que ce n'est que par habitude & à force d'expérience que nous apprenons à bien juger de leurs situations. Les enfans & les animaux nouveaux-nés nous donnent des preuves du contraire dans les premiers mouvements qu'ils font pour exprimer leurs besoins & leurs désirs. Disons plutôt qu'il est impossible que nous voyions jamais les objets autrement que dans leurs situations naturelles, avec des rayons qui se croisent

XV. toujours en entrant dans l'œil ; & moins que nous ne supposions très-gratuitement que dans la vision nous ne rapportons pas , comme dans l'exercice des autres sens , les objets qui sont hors de nous dans la direction des signes ou des moyens que la nature emploie pour nous les rendre sensibles.

Pour signifier qu'un homme a le coup d'œil juste dans l'estimation des grandeurs, ou de la distance d'un corps à un autre , on dit communément dans le discours familier qu'il a *le compas dans l'œil*. Cette expression répond, on ne peut pas mieux, aux angles que forment les rayons , qui partant des extrémités de l'objet viennent se croiser dans la prunelle , & que nous nommerons dorénavant *angles optiques* ou *angles visuels*. Ces lignes droites en s'entrecoupant ainsi, *Fig. 10.* font l'office d'un compas de réduction , dont les deux branches courtes s'ouvrent sur le fond de l'œil proportionnellement à la quantité dont les grandes sont ouvertes pour embrasser l'objet entier : tout le monde en ce sens a *le compas dans l'œil* ; mais il y a des gens

qui s'en servent mieux que les autres, XV.
 c'est-à-dire, qu'ils ont l'avantage L E Ç O N
 particulier de juger ou d'estimer sûre-
 ment les grandeurs d'après des im-
 pressions qui sont communes à tous
 ceux qui voyent ; & c'est pour eux
 sans doute que cette façon de parler
 a été mise en usage.

Nous voyons donc les objets plus
 grands lorsque les angles visuels qui
 embrassent leurs dimensions sont plus
 ouverts ; parce qu'alors ces mêmes di-
 mensions, je veux dire, leur hauteur,
 longueur, largeur, sont rendues au
 fond de l'œil sous des angles sembla-
 bles, & que l'image qui en résulte y
 occupe un plus grand espace : ainsi
 vous voyez la Lune plus grande que
 Mars, Jupiter ou Saturne ; parce que
 les angles visuels qui mesurent les
 diamètres de son disque apparent, sont
 beaucoup plus ouverts que ceux sous
 lesquels vous appercevez les autres
 planètes.

Mais ces angles deviennent plus
 aigus à mesure que l'objet s'éloigne
 de l'œil, comme on le peut voir par
HEI, Fig. 10 ; & par cette raison sa
 grandeur apparente, généralement

108 LEÇONS DE PHYSIQUE

XV.
LEÇON parlant & eu égard à ces seuls effets optiques, diminue comme la distance augmente ; c'est-à-dire, que son image dans l'œil est une fois plus petite en tout sens, quand on le regarde d'une fois plus loin.

Lorsque cette image est diminuée au-delà d'un certain point, ou nous perdons de vûe l'objet entièrement, ou nous ne le voyons plus que confusément ; parce qu'alors les différentes parties ne se peignent plus sur des endroits de l'organe assez séparés les uns des autres : on prétend que la vûe humaine cesse d'être distincte, lorsque les angles optiques commencent à avoir moins qu'une minute de degrés (*a*).

Si cette évaluation est juste, on peut croire que les animaux de différentes espèces qui ont les yeux, ou plus grands, ou plus petits que les nôtres, perdent les objets de vûe, les uns plutôt, les autres plus tard que

(*a*) Selon le Docteur Hook, un objet dans le ciel devient invisible à un observateur, lorsqu'il comprend dans son œil un angle moindre qu'une demi-minute. *Remarques sur la machine céleste d'Hevelius*, p. 8. Pour des objets moins lumineux, il faut que l'angle soit plus grand.

nous ; car l'amplitude de l'image , qui , considérée dans le même œil , ne dépend que de la grandeur des angles optiques , doit varier du plus petit au plus grand œil , comme la distance qu'il y aura entre l'endroit où se croisent les rayons , & celui où ils aboutissent pour peindre l'objet ; ainsi l'image qui n'auroit que la grandeur qu'il faut pour un œil tel que *DD* , seroit trop petite , quoique sous le même angle , pour un autre œil dont le fond seroit *GG* , & plus que suffisante pour celui dans lequel elle pourroit aller jusqu'en *FF* , à moins que la nature obligée de proportionner les yeux à la petitesse de certains animaux , n'ait suppléé au défaut d'étendue , par la délicatesse des fibres destinés à recevoir les impressions de la lumière , comme il semble qu'on le doive présumer , quand on considère qu'un perdreau n'échappe point au coup d'œil d'un oiseau de proie qui plane dans l'air , à cent pieds au-dessus de lui.

Puisque l'éloignement seul de l'objet suffit pour nous le faire voir sous des angles plus aigus , il est aisé

XV.
LEÇON. de comprendre pourquoi nous avons égard à la distance , pour juger de sa grandeur. Nous appercevons dans la campagne un animal que nous sommes tentés de prendre pour un mouton , ou pour quelque chose de plus petit encore , à cause du peu de volume que nous trouvons à cet objet ; mais parce que nous appercevons en même-tems un quart de lieue de distance entre nous & lui , il nous vient en pensée que ce peut être un cheval ou une vache ; & si cette distance nous étoit cachée ou inconnue , les grandeurs apparentes ne suffiroient pas pour nous instruire des grandeurs réelles , sur-tout , s'il s'agissoit d'objets nouveaux , ou que nous n'eussions jamais vus de près : c'est ce qui arrive fréquemment aux personnes qui voyagent par hazard , ou pour la première fois , dans les montagnes , & qui portent la vûe de l'une sur l'autre , sans sçavoir , ou sans faire attention qu'elles sont séparées par une large vallée : c'est ce qui induit aussi en erreur ceux qui apperçoivent inopinément quelque objet isolé , il leur faut du tems & des réflexions pour le reconnoître ;

cela vient de ce que l'on sçait, au moins implicitement & par habitude, que la grandeur apparente diminue à mesure que l'œil s'éloigne de l'objet, & que par conséquent on ne peut dire combien cet objet est grand en lui-même, à moins qu'on ne sçache à peu près de quelle quantité il est éloigné. XV.
LEÇON

Comme le degré de distance, quand nous le connoissons, nous aide à bien juger de la grandeur d'un objet que nous ne connoissons pas; réciproquement l'objet connu & familier nous apprend par sa grandeur apparente la distance qui est entre lui & nous; jamais cependant avec précision, mais presque toujours avec un à-peu-près qui suffit. Un homme, un cheval, un arbre, une maison, &c. que j'apperçois sous une grandeur bien au-dessous de celle que je lui connois, me fait juger sans erreur considérable que j'en suis à un certain éloignement. Il n'en est pas de même, si ce que je vois ainsi de loin est d'un volume auquel je ne m'attends pas; si l'on transporte, par exemple, dans les Pyrénées, ou dans les Alpes, un Parisien qui n'ait jamais vu que Mont-

XV. **LEÇON.** martre , ou le Mont Valérien , (a) il ne manquera pas d'estimer à deux ou trois lieues de lui une montagne qui en fera éloignée de plus de douze , parce que n'ayant aucune idée de ces masses énormes , il ne peut pas sçavoir combien leur grandeur apparente differe de leur grandeur réelle , pour en conclure leur distance. En pareil cas , ce n'est qu'en considérant les objets intermédiaires , & les dégradations de lumière qui suivent toujours les grands éloignements , qu'on parvient à se persuader de la grande distance.

Lors - même que l'objet éloigné nous est connu , tout ce qui se trouve placé entre lui & nous ne contribue pas peu à nous faire connoître son degré d'éloignement : l'œil parcourt tous ces objets intermédiaires , & additionnant , pour ainsi dire , leurs distances respectives , il en fait une somme totale : quand cela ne se peut pas faire , ou que par précipitation cela ne se fait pas , on estime ordinairement la distance au-dessous de ce qu'elle est ; c'est pourquoi les gens qui n'ont

(a) Deux petites montagnes des environs de Paris.

point

point contracté l'habitude de voir en mer, croient appercevoir à deux ou XV.
trois lieues d'eux, une île qui en est à Leçon
plus de 10 ; car l'espace qui les sépare
de cette île étant une plage uni-
forme, l'œil n'y rencontre rien dont
il puisse se servir pour le diviser, il ne
peut en distinguer les parties pour les
compter. Il en est à peu près de même
de ce que l'on voit au bout d'une
grande prairie, ou d'une plaine qui
n'est interrompue, ni par des arbres,
ni par des maisons, ni par aucun autre
objet remarquable ; & s'il est vrai
qu'on frappe moins sûrement qu'ail-
leurs les oiseaux qu'on tire sur un
étang, ce n'est pas, comme on le dit
communément, que le plomb y con-
serve sensiblement moins sa vitesse
qu'en plein champ, (car j'en ai fait
l'épreuve exprès ;) mais c'est plutôt,
parce que n'estimant pas bien la dis-
tance, on tire de trop loin sans le sça-
voir, & souvent sur des animaux dont
la plume & la peau sont plus difficiles
à percer que celles d'une perdrix ou
d'une caille.

C'est encore par les angles visuels
que nous jugeons de l'éloignement

XV. respectif de deux objets apperçus en même-tems : ils sont à l'égard de l'œil
LEÇON. comme les deux points extrêmes d'un seul & même corps , en un mot comme les points radieux *a* & *b* de nos dernières Expériences , par rapport au trou de la platine.

Voilà donc pourquoi, lorsque nous entrons dans une avenue un peu longue , elle nous semble plus étroite & plus basse à l'autre extrémité , quoique les arbres dont elle est formée, soient par-tout également hauts , & que les rangs soient bien parallèles entr'eux ; car on peut voir par la *Fig. 11.* que les rayons qui viennent à l'œil des arbres les plus éloignés pris deux à deux , forment des angles plus aigus que ceux qui arrivent de plus près : & il en est de même de ceux qui viennent du pied de chacun de ces arbres & du sommet.

On peut dire la même chose en général de tous les objets qui sont fort longs & terminés par des lignes , ou par des plans parallèles : une grande prairie renfermée entre deux canaux , une pièce d'eau fort étendue , nous paroîtront toujours plus étroites à

l'endroit le plus éloigné de nos yeux , quoique l'une & l'autre soient exactement formées en quarrés longs. Quand nous entrons dans une galerie , elle nous semble plus basse à l'autre bout , parce que l'angle visuel qui embrasse la distance du plancher au plafond devient nécessairement plus petit , quand cette dimension , ou cet intervalle est pris dans un endroit plus éloigné de l'œil.

Lorsque ces sortes d'objets ne présentent au spectateur qu'un plan ou une ligne, telle que seroit une muraille, ou une file de soldats, l'œil qui se place à un bout , & un peu de côté , de manière à tout découvrir, comme dans la *Fig. 12.* supplée au rang ou au côté parallèle qui manque , par la direction de son regard , il rapporte à la ligne *PQ* , qui est comme l'axe prolongé du globe de l'œil, les différents points de l'objet 1, 2, 3, 4, &c. & ces points paroissent se rapprocher de cette ligne , suivant la diminution de l'angle que fait avec elle le rayon qui vient de chacun de ces points visibles : de-là il arrive qu'ils semblent former par leur suite, une ligne incli-

Kij

— née à P Q , selon l'ordre des chiffres

XV.

1 , 2 , 3 , 4 , &c.

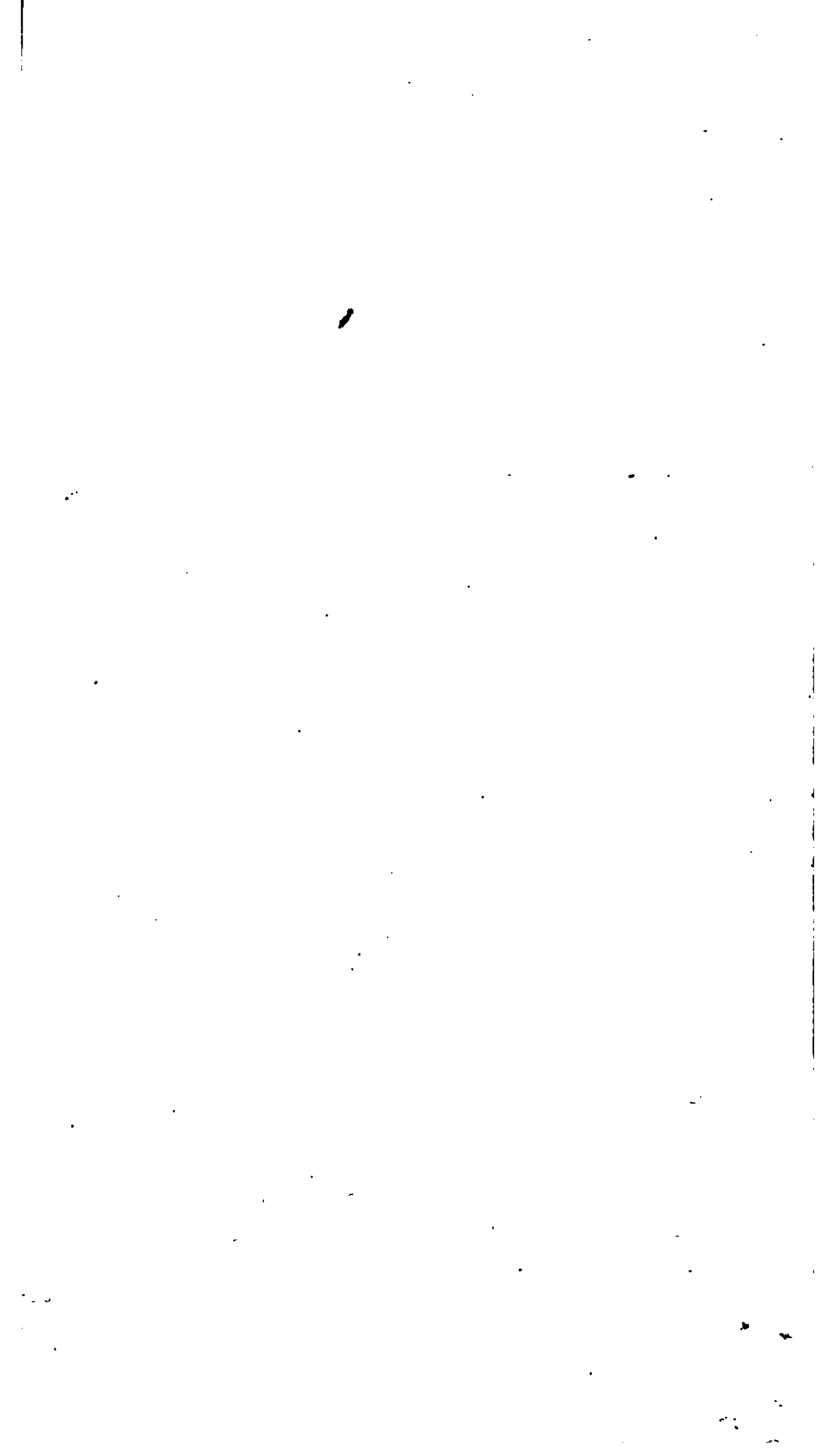
LEÇON.

C'est par cette raison , qu'étant placé à la tête d'un canal ou d'un étang , au lieu de voir la surface de l'eau horizontale , comme elle l'est en effet , on s'imagine toujours qu'elle s'élève à mesure qu'elle s'éloigne davantage. C'est encore pour cela , que quand nous côtoyons un mur en marchant , quelque droit & parallèle qu'il soit à notre route , nous le voyons toujours comme incliné vers elle ; & si couchés sur le dos à quelques pieds de distance d'une tour ou d'une muraille un peu élevée , nous la considérons de bas en haut , elle nous paroît penchée du côté où nous sommes d'une manière à effrayer quiconque ignoreroit qu'elle est véritablement d'aplomb.

Un objet qu'on regarde de loin s'apperoit rarement sous sa vraie figure ; car la figure d'un corps , c'est l'ordre que ses parties gardent entre elles , & cet arrangement , cette position respective des points visibles change dans la représentation ou apparence de l'objet , suivant la manière

1

1



dont les dimensions se présentent à l'angle visuel. Si l'on apperçoit à une lieue de distance, par exemple, & de quelque endroit un peu élevé, un rang d'arbres plantés, comme *RR*, *Fig. 13.* on les voit tous alignés dans la même direction, & à peu-près également espacés entr'eux, comme ils le sont en effet ; parce que tous les angles visuels qui les comprennent deux à deux différent peu les uns des autres : ce qui fait que l'image de ce rang d'arbres tracée au fond de l'œil est assez conforme à son objet.

Mais si ces mêmes arbres bordoient une demi-lune, comme *S.T.V*, *Fig. 14*, on les verroit toujours rangés dans la ligne droite *SV*, plus serrés seulement aux extrémités que vers le milieu ; car à un tel degré d'éloignement les pyramides de lumière qui nous viennent des différents points de l'objet ne différent point assez par la divergence de leurs rayons, pour nous faire sentir que les arbres du milieu sont plus près de nous que ceux des extrémités, & les angles visuels qui nous rapportent ce qui est vers *S* & vers *V*, étant plus petits que les au-

XV.

Leçon

~~XXXXXXXXXX~~

XV.
LEÇON.

tres, il suit, que deux de ces arbres pris aux extrémités nous doivent paroître plus près l'un de l'autre, que deux de ces mêmes arbres qui seroient pris vers T. Le Soleil & la Lune qui sont de vrais globes, n'offrent à nos yeux que des plans circulaires & lumineux, comme s'ils étoient de simples disques; parce que toutes les lignes qui forment leurs surfaces convexes se présentent à nous comme le rang d'arbres *STV*, dont je viens de parler, c'est-à-dire, comme des lignes droites.

Quant aux objets qui sont composés de lignes droites, ou de surfaces planes, s'ils sont fort grands, leur figure apparente nous trompe, par cela seul que leurs différentes parties se voyent à des distances plus grandes les unes que les autres: ce qui ne manque pas de nous représenter leurs dimensions sous des rapports différents de ceux qu'elles ont réellement: ainsi une pièce d'eau bien quarrée ne se voit pas sous cette forme, elle paroît plus étroite à son extrémité la plus éloignée de l'œil: mais indépendamment de cette cause, il arrive souvent, &

presque toujours, que certaines dimensions de l'objet se représentent obliquement aux angles visuels, tandis que d'autres reçoivent plus directement nos regards, & cela occasionne encore des apparences qui s'écartent de la réalité. Si, par exemple, de la terrasse d'un jardin je regarde dans la campagne une pièce de bled verd, dont la largeur s'offre à mes yeux comme AB , Fig. 15, & la longueur, comme la ligne AG : je la verrai sous une figure plus courte que celle qu'elle a réellement; parce que dans l'image optique de cet objet la longueur, au lieu de rester égale à la largeur, est comprise sous un angle plus petit, & se réduit comme Aa .

Il est aisé de comprendre maintenant que les différents aspects peuvent non-seulement changer en apparence les grandeurs de certains côtés, en laissant subsister les autres à cela près des changemens causés par les distances, mais même les effacer entièrement; de manière qu'un solide se verra comme un plan, un plan comme une ligne, une ligne comme un point. Ainsi l'on peut prendre de loin un bloc

~~de marbre blanc~~ de marbre blanc , pour une serviette étendue , s'il est placé devant l'œil ;
 XV. de manière à ne lui laisser voir qu'une
 LEÇON. de ses faces : on ne voit plus la girouette , mais seulement sa tige , lorsqu'elle se trouve précisément dans le plan de l'angle visuel qui mesure sa hauteur ; enfin nous ne voyons qu'une tache noire terminée par un cercle de bronze , quand nous regardons directement l'embouchure d'un canon.

Ceux qui s'appliquent à dessiner la perspective , ne sçauroient trop méditer sur la variation des angles optiques causée , ou par la distance des objets , ou par les différents aspects sous lesquels ils se présentent à l'œil ; car comme tout leur art consiste à bien représenter les effets de la vision , qui dépendent principalement des angles dont il s'agit , ils ne peuvent travailler avec succès , s'il ne sçavent ou par principes , ou au moins par routine , ce que je viens d'enseigner à ce sujet ; & ce n'est point encore assez pour eux , le tableau qui porte les images ayant pour l'ordinaire une situation tout-à-fait différente du plan horizontal , dans lequel la plûpart

part des objets sont vûs , lorsqu'on les dessine , il faut non-seulement que le peintre ou le dessinateur ait égard à la valeur des angles relative au point de vûe , pour sçavoir à quoi se réduisent telles ou telles dimensions ; telles ou telles distances , mais qu'il considère encore la coupe de ces mêmes angles par un plan qui prendroit la place & la situation que doit avoir le tableau , pour connoître au juste les espaces dans lesquels il doit renfermer les différentes parties de l'objet ou du terrain qu'il veut représenter. Si , par exemple , il s'agit d'un rang d'arbres apperçus dans la ligne *E F* , *Fig. 16.* il ne suffit pas de sçavoir que cette ligne est comprise sous l'angle *E G F* ; l'artiste doit faire attention , que vûe sous le même angle dans un plan vertical , tel que sera son dessin ou son tableau , elle sera réduite dans l'espace *ef* , & que ses parties les plus éloignées de l'œil décroîtront dans la même proportion , ce qui exige que le premier arbre soit dessiné plus grand que le second , & le troisième plus petit encore que celui-ci.

XV. On voit par-là , que les objets fort écartés l'un de l'autre sur un plan horizontal se rapprochent beaucoup , lorsqu'on les dessine en perspective sur un plan vertical. Réciproquement , si l'œil ne changeoit pas de place , & que le tableau fût couché dans une situation horizontale , comme *EF* , l'objet peint au naturel dans l'espace *ef* , ne pourroit plus se distinguer , à moins que le peintre , en recommençant le dessein, n'en étendît les parties dans la même proportion que le sont celles de la ligne *EF* ; alors l'œil placé en *G* verroit distinctement l'objet & dans ses justes proportions ; mais de par-tout ailleurs , on ne le verroit que confusément & défiguré : on voit tous les jours de ces illusions d'optique préparées à dessein dans les cabinets des curieux.

Tout ce que j'ai dit jusqu'à présent de la situation , de la grandeur & de la figure apparente des objets , doit s'entendre aussi de leurs mouvemens visibles. Un corps que nous voyons se mouvoir , c'est un objet dont l'image change de place dans l'œil , à mesure qu'il passe lui-même d'un lieu

Dans un autre : on doit concevoir que tous les rayons qui tracent cette image mobile , sont autant de lignes droites qui se croisent dans la partie antérieure de l'œil , comme je l'ai expliqué plus haut , & qui de plus tournent d'un mouvement commun autour du point même de leur croisement ; de sorte qu'en s'avancant vers le fond de l'œil , elles portent leurs impressions de gauche à droite , quand l'objet extérieur qu'elles représentent passe de droite à gauche.

Les mouvemens, ainsi que les parties de l'objet visible, se peignent donc au fond de l'organe dans un ordre renversé. L'expérience de l'œil de veau dont j'ai fait mention ci-dessus prouve également l'un & l'autre. Si l'on a bien conçu comment des rayons qui se croisent avant de toucher le fond de l'œil , nous font voir l'objet dans sa situation naturelle , on n'aura pas de peine à comprendre pourquoi nous voyons aller de droite à gauche un corps dont le mouvement progressif se trace de gauche à droite sur l'organe ; car en rapportant toujours chaque point de l'objet apperçu au bout

du rayon qui nous le fait sentir, tandis que ce rayon tourne comme l'aiguille d'une pendule sur un des points de sa longueur, pour suivre l'objet dans toutes ses apparitions successives, c'est une nécessité que le bout qui touche le fond de l'œil aille en sens contraire de l'autre, & que nous jugions le mouvement qui s'exécute au-dehors dans une direction toute opposée à celle qui suit sa représentation.

Quant à la vitesse du mouvement, nous la mesurons par le tems qui s'écoule, & par l'espace que nous voyons parcourir à l'objet; mais cet espace ne paroît pas toujours tel qu'il est. Nous en jugeons naturellement comme de la grandeur, par l'ouverture des angles visuels qui le comprennent en totalité, ou par parties; & cette évaluation, pour être juste, dépend principalement de deux conditions: la première, que nous connoissions la distance qu'il y a entre nous & le corps dont notre œil suit le mouvement; car en regardant un homme qui marche dans la campagne, si nous le voyons dans la ligne *IK*, *Fig. 17*, lorsqu'il est plus loin dans la route *LM*,

par exemple , nous trouverons sa marche plus lente qu'elle n'est en effet ; puisque dans un tems donné il nous paroîtra parcourir l'espace IK , plus petit que LM qu'il parcourt réellement.

XV.
LEÇON

La seconde condition est , que l'espace parcouru par l'objet ne se présente point obliquement à nos regards , comme IM ; car en pareil cas , nous estimerions encore cet espace au-dessous de sa juste valeur : nous serions fortement tentés de croire , qu'un homme qui seroit allé par la route IM , n'auroit fait que le chemin IK qui est bien plus court ; & nous ne pourrions éviter cette erreur , qu'en ayant égard à certaines circonstances qui ne se rencontrent pas toujours , ou qui ne sont point assez remarquables , quand les mouvemens qu'on examine se passent au loin.

Par la même raison , deux hommes qui marchent à pas égaux , l'un par la route LCM , l'autre par CHK , paroîtront aller avec des vitesses inégales ; le dernier aura l'air de précipiter sa marche davantage , ou d'allonger le pas plus que le premier : il pourroit

même arriver ; & cela se conçoit aisément , que celui qui paroîtroit faire le plus de diligence , allât réellement avec moins de vitesse que l'autre.

Le mouvement devient insensible à la vûe , lorsque les espaces parcourus dans chaque seconde de tems répondent à des angles visuels , qui n'excèdent pas 20 secondes de degré ; l'œil le plus fin & le plus attentif ne voit pas même se mouvoir l'aiguille qui marque les heures au cadran d'une pendule , quoiqu'elle chemine plus vite que dans cette proportion : sur quoi il est bon de remarquer que la plus grande vitesse peut devenir insensible par la distance excessive qui se trouveroit entre le mobile & l'œil ; car , par exemple , si les rayons PL , PN , étoient tellement longs , qu'un espace de 100 toises pris sur la ligne LM , ne répondît qu'à un angle de 18 ou 20 secondes de degrés , un corps qui seroit dans cet éloignement par rapport à l'œil , & qui auroit toute la vitesse d'un boulet de canon , y paroîtroit comme immobile ; & voilà pourquoi nous n'appercevons pas d'une seconde à l'autre le mouvement

du soleil , ni même celui de la Lune , ~~quoiqu'ils soient tous deux beau-~~
 coup plus rapides que celui d'un XV.
 boulet chassé par l'effort de la pou- L E Ç O N
 dre.

Quand je cite la révolution diurne du Soleil , ou celle de la Lune , je n'entends parler que des traces qui pourroient s'en former dans l'œil du spectateur ; elles seroient les mêmes , soit que l'astre se mût en effet , ou seulement en apparence ; car , en général , que l'œil tourne devant l'objet fixe , ou que l'objet mobile lui-même passe d'un côté à l'autre devant l'œil , l'image change également de place au fond de cet organe , & ses mouvemens reçoivent les mêmes modifications : c'est pour cela qu'étant sur l'eau , si l'on ne fait point attention au déplacement continu du bateau dans lequel on est , on attribue au rivage & aux objets les plus fixes tous les mouvemens apparens qui résultent des différentes positions par lesquelles les yeux passent.

Si le mobile suit toujours la même direction , il décrit une ligne droite , & nous l'y pouvons suivre de la vue.

XV.
LEÇON. pourvû que les points de cette ligne ;
 sur lesquels se font les apparitions suc-
 cessives puissent être rapportés dis-
 tinctement par les angles optiques ,
 ou ce qui est la même chose , pourvû
 que des différens points pris sur cette
 ligne , il puisse venir à l'œil du
 spectateur , des rayons qui forment
 des angles suffisamment ouverts ; car
 si ces angles sont nuls , ou par trop
 aigus , comme il arrive quand l'objet
 vient droit à nous , ou s'en éloigne de
 même dans le lointain , alors le mou-
 vement est insensible ; ce que nous
 voyons ainsi nous semble rester en
 place , & ce n'est qu'après un certain
 tems qu'il nous paroît s'être approché ,
 parce que nous le voyons plus grand ,
 plus éclairé , plus distinct qu'aupara-
 vant.

Le corps qui en s'avancant change
 souvent & insensiblement de direc-
 tion , décrit une ligne courbe que
 nous distinguons fort bien , quand
 nous pouvons voir le plan qu'elle
 termine ; mais la courbure , soit
 qu'elle se présente par sa convexité ,
 comme *QRS* , ou par sa concavité ,
 comme *TVX* , *Fig. 18.* ne s'apperçoit

point, si l'axe de la vision YV se trouve
 dans le même plan : ainsi lorsque XV.
 vous voyez de loin tourner un lustre, LEÇON
 auquel on n'a laissé qu'une bougie
 allumée : vous vous imaginez que
 cette lumière (qui décrit pourtant
 une circonférence de cercle $RTVX$),
 ne fait que se mouvoir alternative-
 ment de droite à gauche, & de gauche
 à droite dans le diamètre TX ; &
 par la même raison , quand vous
 regardez de côté un moulin à vent à
 une certaine distance , vous ne voyez
 qu'un mouvement de bas en haut , ou
 de haut en bas , qui ne vous rappelle
 nullement les révolutions circulaires
 de ses ailes.

En parlant de la grandeur apparente
 des objets , j'ai toujours supposé que
 nous en jugions par les angles visuels,
 eû égard au degré d'éloignement, &
 c'est-là, à mon avis, la première in-
 tention de la nature ; puisque par
 le moyen de ces angles , l'image de
 l'objet , l'impression qu'il fait sur l'or-
 gane , se met en proportion de gran-
 deur avec lui, & se modifie selon la
 distance & selon la manière dont cet
 objet se présente : dire comme un au-

XV.
LEÇON. *teur célèbre de notre tems, que ces effets sont des circonstances qui accompagnent la vision ; plutôt que des principes qui lui servent de règles, c'est oublier, ce me semble, une vérité dont tout le monde convient ; sçavoir, que dans l'exercice de tous nos sens, l'amplitude, aussi bien que la force des impressions qui se font sur nos organes, nous guident pour juger de la grandeur & du plus ou moins de proximité des objets qui les font naître. Il est vrai, par rapport à la vûe sur-tout, que nous dérogeons souvent à la loi générale, & que dans bien des cas, ce que nous voyons nous donne l'idée d'une grandeur qui n'est point proportionnée à l'image qui s'en trace au fond de nos yeux ; mais cela vient de quelques causes particulières dont il est à propos de dire un mot.*

Je regarde un homme qui est à 100 pas de moi : suivant la règle des angles visuels, il devroit me paroître environ une fois plus petit que je ne le verrois à 50 pas ; car son image dans le fond de mon œil diminue dans cette proportion : cependant il me semble dans l'un & dans l'autre cas à peu

près de la même grandeur : c'est qu'é-
tant fortement prévenu qu'un homme
fait n'a pas communément moins de
5 pieds de haut , & apperçevant dans
son extérieur tout ce qui donne l'air
d'un adulte , je cède sans y prendre
garde à ces connoissances intimes &
familières qui l'emportent sur les li-
mites de la sensation , & maîtrisent
mon jugement. Vous regardez de loin
un arbre qui est auprès d'une maison ,
& vous estimez sa hauteur 25 ou 30
pieds , parce qu'il vous paroît aussi
haut que cette maison , & que vous
sçavez d'ailleurs qu'un tel édifice n'est
guère moins élevé que de 4 à 5 toises :
si l'arbre étoit isolé en raze campagne,
vous le prendriez pour un buisson.
Une personne qui , pour la première
fois, porte la vûe en pleine mer, prend
volontiers pour une barque de pê-
cheur ce qu'un officier de marine
reconnoît d'abord pour être un bâ-
timent considérable ; celui ci en juge,
non-seulement par la grandeur appa-
rente , mais encore par certaines par-
ties qu'il sçait distinguer mieux qu'un
autre , par l'affoiblissement de la lu-
mière & des couleurs, ce qui joint à

l'habitude de voir pareils objets de plus près lui fait sentir avec assez de justesse le degré d'éloignement de celui-là , & par conséquent la grandeur qu'on doit conclure de l'angle sous lequel on l'apperçoit.

Mais , dira-t-on , si la vision nécessaire , celle qui nous conduit à connoître les objets pour ce qu'ils sont , dépend de ces comparaisons raisonnées & de ces connoissances réfléchies , comment se fait-il qu'un payfan voye comme un homme bien instruit ? & pourquoi les animaux de toute autre espèce que la nôtre , sans réfléchir & sans raisonner , distinguent-ils comme nous ce qu'il leur importe de bien voir ? car il faut bien que cela soit ; autrement , est-il vraisemblable qu'un lièvre prît la fuite avec tant de frayeur & de précipitation devant le chasseur qu'il apperçoit à cent pas de lui , si celui-ci , selon les rapports des angles optiques , lui paroïssoit comme un pigmée de quelques pouces de hauteur.

Pour répondre à ces objections , il faudroit pouvoir faire sentir à quiconque l'ignore , quelle est la force de

L'habitude : quoique dans la vision des objets , les impressions qui se font sur l'organe soient réellement suivies des pensées , des jugemens , des raisonnemens de l'ame , accoutumés dès notre plus tendre enfance , & continuellement exercés à juger sur de pareils rapports , nous parvenons de bonne heure à le faire avec une si grande facilité , que l'instant de la délibération devenu insensible dans les cas ordinaires , n'existe plus , pour ainsi dire , que virtuellement : mais il n'en a pas toujours été de même ; c'est l'habitude de voir insensiblement acquise qui nous a conduits à voir si promptement ; & cette habitude vient à l'homme le plus stupide , au moins sur un certain nombre d'objets.

Si l'on veut se convaincre de cette vérité , il n'y a qu'à réfléchir un peu sur ce qui se passe , lorsqu'on apprend à voir quelque objet particulier : en considérant , par exemple , avec quelle aisance un musicien chante à livre ouvert ce qu'il n'a jamais ni vû , ni entendu , ne croiroit-on pas qu'il ne délibère aucunement sur la valeur des notes , & qu'il ne se passe absolument

XV. rien entre le coup d'œil & la pronon-
LEÇON. ciation ? il y a pourtant entre l'un &
 l'autre une action de l'ame , un juge-
 ment fondé sur la figure & la position
 bien distinguée de chaque signe ; déli-
 bération , à la vérité , si prompte ,
 qu'elle ne se laisse pas appercevoir à
 la personne même qui délibère , mais
 qui n'est devenue telle , qu'après avoir
 été long-tems lente & fastidieusement
 sensible.

Ce que je dis d'un livre de musique,
 on peut l'appliquer à tout autre objet.
 L'Officier de marine qui juge dans
 l'instant & assez bien de la grandeur
 d'un bâtiment qui est à cinq ou six
 lieues en mer , n'a pas toujours eu le
 coup d'œil , ni aussi prompt , ni aussi
 sûr ; & celui qui s'y trompe aujour-
 d'hui , après avoir long-tems mal vû ,
 ne s'en rapportant qu'aux angles vi-
 suels , ou s'y fiant trop , deviendra
 plus habile à force de réflexions , &
 en acquérant des connoissances qui
 influenceront, sans qu'il y pense, dans l'es-
 timation qu'il fera de pareils objets.

Quant à l'autre difficulté , je con-
 viens qu'à juger des animaux par ce
 que nous leur voyons faire , on diroit

qu'ils voyent à notre manière , qu'ils sçavent quelquefois embrasser un parti différent de celui qu'ils devroient prendre , en conséquence de la grandeur , de la figure ou de la situation dont les objets se peignent dans leurs yeux ; mais j'ignore s'il n'y a pas en eux quelque intelligence ou faculté mémorative capable d'ajouter ou de retrancher à ces impressions , pour accommoder à certaines fins les actions qui en doivent résulter : c'est une grande question dans laquelle je ne veux pas entrer , comme je l'ai déjà déclaré en parlant des sens en général.

Un jeune Anglois de 13 ans vit clair pour la première fois de sa vie , par le secours & par les soins de M. Cheselden , habile Chirurgien de Londres , qui lui abattit des cataractes , & M. Smith , dans son Traité d'Optique , raconte que ce nouveau clairvoyant ne pouvoit juger d'abord , ni de la grandeur , ni de la figure des objets , & qu'il n'y parvint qu'au bout d'un certain tems : cela prouve-t-il , comme on l'a prétendu , que les angles optiques ne servent à rien dans la

vision ? J'ai peine à le croire : tout ce qu'on en peut inférer , selon moi , c'est que ces angles ne déterminent point la grandeur de l'objet pour quiconque ignore à quelle distance il est de l'œil , comme je l'ai établi ci-dessus. Or cette dernière notion ne nous vient que par expérience & par habitude ; par conséquent il faut du tems pour l'acquérir ; le jeune homme qu'on nous cite auroit peut-être vû comme un autre dès le premier moment , il auroit sçu comparer plusieurs grandeurs entr'elles , s'il avoit eu l'idée des distances & de leurs différences.

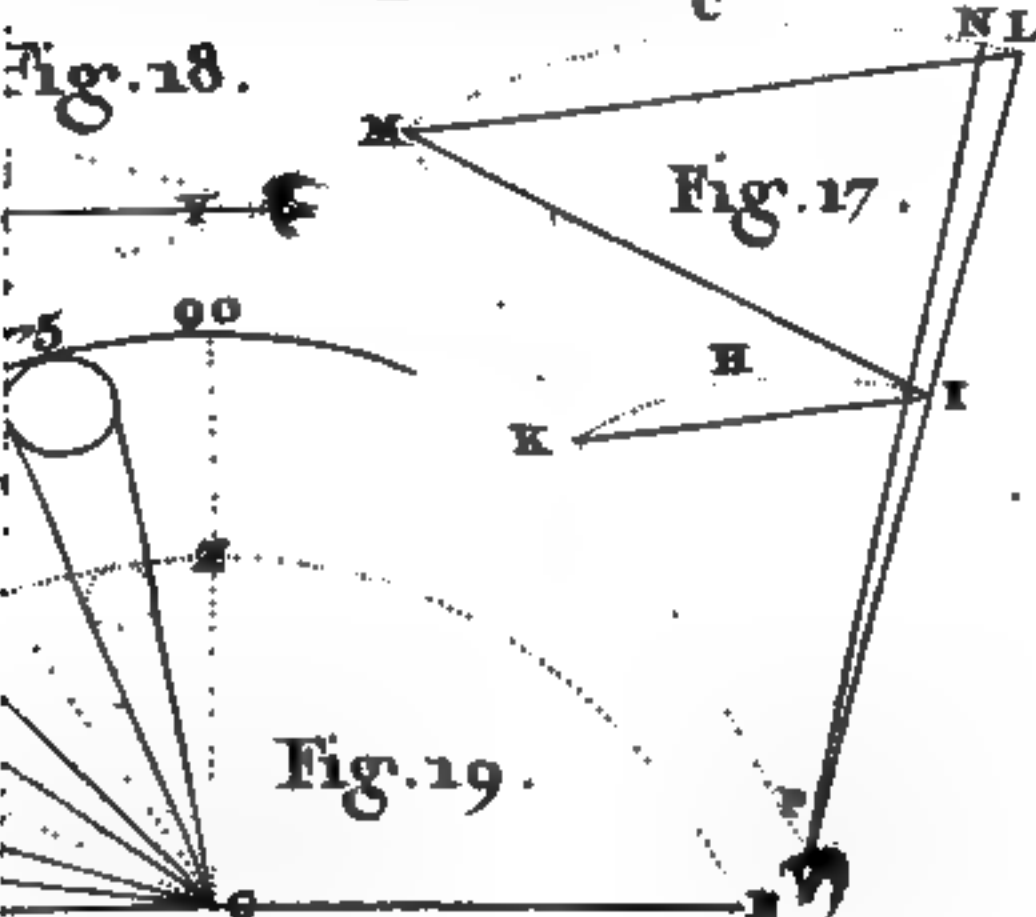
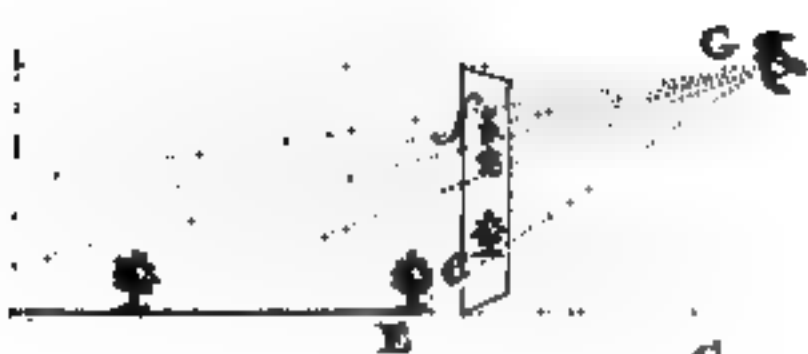
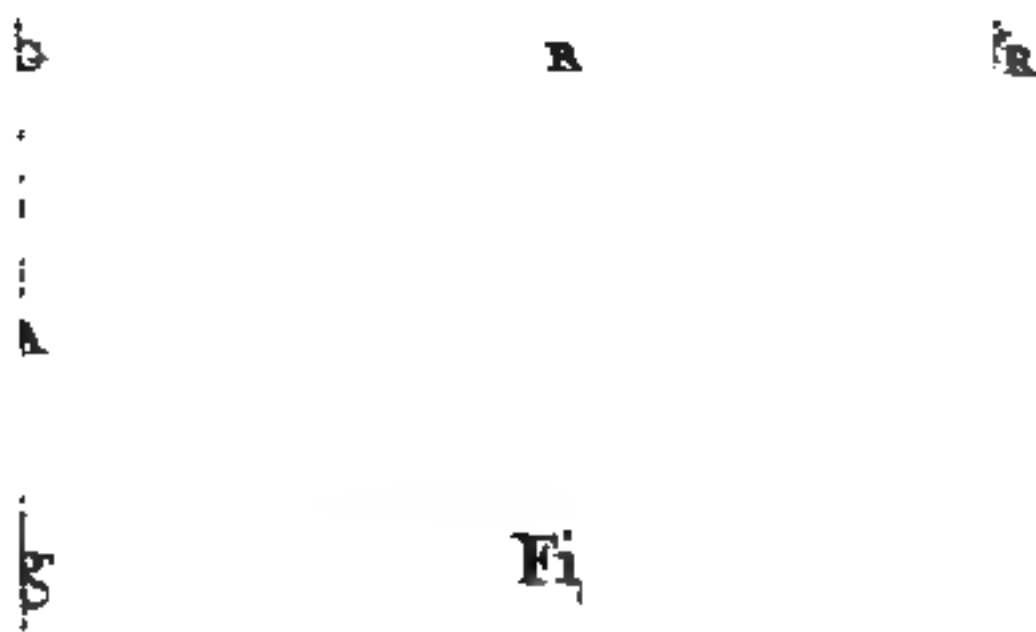
Si les angles optiques ne font rien à la vision , s'ils n'en font que les circonstances très-indifférentes , comme on l'a voulu établir , qu'on m'apprenne donc pourquoi , lorsqu'ils sont agrandis artificiellement par le moyen de quelque verre , ou autrement , je ne manque point de voir l'objet plus grand ? Quand je montre pour la première fois à un enfant une puce au microscope , & qu'il la trouve aussi grosse qu'un hanneton , peut-on dire que cette idée lui vienne du préjugé de l'habitude , du degré de clarté , de
 la

la comparaison qu'il en fait avec les objets circonvoisins, &c? N'est-il pas incontestable que cet enfant voit ainsi, parce que l'image de l'objet est amplifiée au fond de l'œil, ou, ce qui est la même chose, parce qu'il apperçoit cet objet sous un plus grand angle? Tenons-nous-en donc à ce qu'on a toujours dit, que les idées de grandeur, de situation, de figure excitées en nous par l'image des objets, tiennent, avant toutes choses, aux angles visuels, & à la position respective des rayons qui les forment; & que s'il est des occasions, où le préjugé, les connoissances précédemment acquises, le degré de clarté, &c. entrent en considération, modifient ces idées, & nous empêchent de voir les objets, tels qu'ils nous sont représentés par ces angles, ce sont autant d'exceptions qu'on ne doit pas mettre à la place de la règle générale.

Comme les objets se présentent ordinairement à nos yeux avec d'autant plus de clarté, qu'ils sont plus près de nous, l'habitude de les voir ainsi nous porte à croire que ces mêmes objets sont fort éloignés, quand ils

XV.
LEÇON.
* M. Smith.

font plus sombres, moins lumineux que de coutume. Un auteur Anglois* qui a très-bien écrit sur l'Optique, prétend, avec beaucoup de vrai-semblance, que c'est par cette raison que nous voyons le Soleil & la pleine Lune plus grands à l'horison qu'en tout autre endroit du ciel, quoiqu'on sçache bien que ces astres sont alors plus éloignés de nous qu'ils ne le sont au Zénith : car, dit-il, comme leur lumière est alors beaucoup affoiblie, nous imaginons par habitude que cela vient d'un plus grand éloignement, & nous jugeons de même qu'ils sont rapprochés, lorsqu'en s'élevant davantage au-dessus de l'horison, ils deviennent plus brillants. Or, quoique l'angle visuel aCb , Fig. 19. soit toujours le même, l'objet qu'il embrasse, doit paroître plus grand si nous le croyons plus loin : j'estime donc par cette raison le diamètre de la Lune plus grand lorsqu'elle est en A , que quand elle est élevée en B ; parce que dans ce dernier cas je la crois plus près de moi : & si je veux suivre l'astre dans sa demie-révolution, il ne me paroîtra pas avoir décrit un demi-



tercle dont j'occupe le centre, mais ~~un arc semblable à D Z E~~, à cause de ses décroissemens apparens. XV.
L E Ç O N

La même explication nous fait comprendre pourquoi le ciel a la figure d'une voûte surbaissée. Parce qu'il est beaucoup plus éclairé vers le Zénith que vers l'horison, ses parties les plus sombres nous semblent plus éloignées par proportion; & de-là il doit arriver que la courbure hémisphérique se change en une autre courbe apparente *D Z E*, qui est de beaucoup surbaissée.

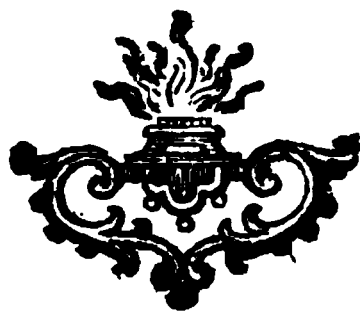
Quoique j'adopte très-volontiers ces raisons, parce qu'elles me paroissent naturelles & propres à résoudre ces questions sur lesquelles les Physiciens ont tant disputé, cependant je ne crois pas qu'on doive pour cela rejeter celle du P. Malebranche qui attribue la grandeur apparente de la Lune horizontale à l'interposition des objets terrestres: en effet, la distance des objets nous paroît toujours plus grande, quand il y en a beaucoup d'autres entr'eux & nous, quand ils sont les derniers de tous ceux que nous pouvons appercevoir; & ce qui

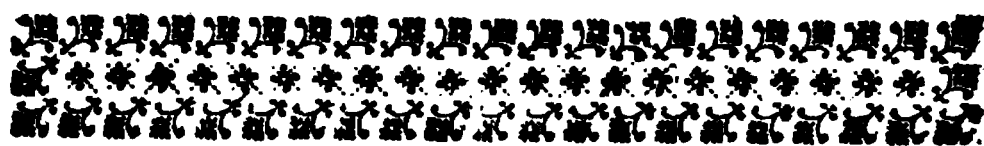
XV.
LEÇON. prouve que cela doit entrer en considération, c'est que la pleine Lune, ou le Soleil levant étant vû par un tube, & par conséquent comme un corps isolé, perd beaucoup de cette grandeur apparente, sur-tout quand on en fait l'épreuve avant que d'avoir apperçû l'astre à la vûe simple : car sans cela le préjugé peut entretenir l'illusion.

Il faut pourtant convenir que la pleine Lune paroît quelquefois très-grande à son lever, quoique l'horison soit très-borné, comme lorsqu'on l'apperçoit à travers les branches d'un gros arbre, immédiatement au-dessus de quelque édifice, derrière une montagne voisine, &c. il est encore vrai, que quand on l'apperçoit ainsi inopinément, on est souvent frappé de sa grandeur, avant que de penser que ce peut être un astre ; enfin, il y a des tems, où, sans changer d'horison, ce phénomène nous paroît plus remarquable. L'explication de M. Smith, jointe à celle du P. Malebranche, ne me paroissent pas satisfaire à ces observations ; d'où je conclus que l'effet dont il s'agit dépend, non pas d'une

Seule cause, mais de plusieurs ensemble, qu'il faut tâcher de réunir pour parvenir à une explication complète : pourquoi ne diroit-on pas avec Regis qu'une partie de ces effets vient des réfractions de la lumière augmentées par les vapeurs qui régner en plus grande abondance dans la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous appercevons l'astre , au tems de son lever ? & ne pouvons-nous pas penser aussi , comme le P. Gouye , que l'aspect des autres corps accompagnant celui de la Lune , nous la fait paroître plus grande , que quand elle est isolée ? C'est un effet que nous remarquons à l'égard des autres objets , sur-tout , quand ils sont , ou lumineux , ou fort éclairés dans des lieux sombres.

XV.
LEÇON





XVI. LEÇON.

Sur la Lumière.

 SUITE DE LA II. SECTION.

ARTICLE SECOND.

De la lumière réfléchie , ou des principes de la Catoptrique.

XVI.
 LEÇON.

J'AI déjà dit au commencement de cette Section , que les rayons de la lumière s'étendent en ligne droite tant qu'ils sont dans un milieu d'une densité uniforme ; & c'est la loi commune de tous les mouvemens simples qui sont censés n'avoir qu'une seule détermination. Ces mêmes rayons toujours soumis aux règles générales de la nature , sont sujets aussi à se détourner de leur première direction , lorsqu'il se trouve sur leur route un corps , qui leur refusant le pas-

change les force à rebrousser chemin, ou une matière plus ou moins pénétrable pour eux, que celle dans laquelle ils ont commencé à se mouvoir, qui leur donne occasion de s'incliner d'un côté, ou d'un autre : la première de ces deux sortes de déviations est ce qu'on appelle *réflexion* de la lumière ; la seconde se nomme *réfraction*.

XVI.

LEÇON.

C'est principalement à la rencontre des corps opaques, que la lumière se réfléchit : les plus durs, les plus compactes, ceux qui sont susceptibles du poli le plus parfait, & dont la couleur approche le plus du blanc, sont universellement reconnus pour être les plus propres à cet effet : j'en ai rien à dire sur cela que tout le monde ne sçache bien. L'éclat de la neige, le brillant des métaux, sont des preuves aussi communes que palpables de cette vérité. Mais ce qui paroîtra sans doute bien étrange à plusieurs de mes lecteurs, c'est qu'on dispute aujourd'hui très-sérieusement en physique pour sçavoir, si ce sont les parties propres des ces surfaces qui font rejaillir la lumière. Depuis les recher-

XVI.
LEÇON ches & les découvertes admirables que Newton a faites sur cette matière, bien des gens d'après lui soutiennent la négative, & prétendent que les rayons sont renvoyés ou repouffés avant même que de toucher à la surface d'un corps, & cela par un certain *pouvoir* qu'on ne définit point, & qui enduit, pour ainsi dire, les surfaces, en s'ajustant à leurs figures.

L'obscurité de l'expression, & les conséquences singulières qui se déduisent de cette nouvelle doctrine, la rendent suspecte aux personnes les plus raisonnables, & qui ont le moins d'envie de rejeter avec partialité ce qui tient à la philosophie Newtonienne. Quoi, dit-on, ce n'est point l'amalgame de mercure & d'étain appliqué derrière la glace de mon miroir qui me fait voir mon image? mais sans cela cependant je ne vois rien: quelle place y a-t-il entre cet enduit métallique & le verre, pour y loger le prétendu *pouvoir réfléchissant*? ou, s'il lui en faut si peu, comment sçait-on qu'il agit à une certaine distance des surfaces? ce n'est donc pas non plus ce métal préparé

préparé avec tant d'art , & poli avec tant de soin , qui opère par lui-même le merveilleux effet du télescope ? & pourquoi ne fait-il plus rien voir quand il est seulement terni ? que fait la netteté du métal à cette puissance qui ne tient point à lui , puisqu'elle agit hors de lui ? Enfin , quand je regarde un objet quelconque , ce n'est donc pas lui que je vois , mais quelque chose d'étranger à lui , puisque les points visibles d'où procèdent les rayons réfléchis ne sont point sa propre substance.

Il faut convenir qu'on peut faire sur cela bien des questions embarrassantes , & qu'il n'est guère possible de faire goûter ce pouvoir secret auquel on attribue les mouvemens réfléchis de la lumière , à quiconque se fera fait une loi de n'admettre en Physique aucune cause abstraite , & qui ne soit intelligiblement mécanique. Mais si ce mot obscur , par lequel on n'a voulu peut-être exprimer qu'un fait , & qui indispose tant de gens , parce qu'il a l'air d'introduire une qualité occulte ; si ce mot , dis-je , étoit interprété dans un sens vraiment

XVI.
LEÇON.

physique, ne fût-ce que par une conjecture plausible, il pourroit arriver qu'on revînt de la répugnance qu'il inspire, & qu'on se familiarisât peu-à-peu avec ces paradoxes auxquels il donne lieu, & qui semblent d'abord si ridicules. C'est dans cette vûe que je vais dire ce que je pense avec quelques Physiciens de ces derniers tems, touchant la cause immédiate des réflexions de la lumière. Si je puis me faire entendre, j'ose me flatter que l'on concevra assez nettement comment il est possible que les rayons rejaillissent à la rencontre d'un corps opaque, sans toucher les parties propres de sa surface.

* XV.
Leçon, p. 4.
& suiv.

Qu'on se rappelle ici ce que j'ai dit dans la première Section * en parlant de la nature de la lumière, & de sa manière d'être. J'ai établi par des preuves tirées de l'expérience, que ce fluide qui nous fait voir les objets, est universellement répandu dans l'univers; qu'il existe au-dedans, comme au-dehors des corps; qu'il remplit tous les espaces qui ne sont point occupés par une autre matière; & qu'il n'y a rien dans la nature qui

n'en soit intimement pénétré, jusques dans ses moindres molécules, de même; & bien plus encore, que n'est imbibée d'eau une éponge mouillée.

XVI.
LEÇON.

Conséquemment à cette première idée, nous devons concevoir que la contiguité des parties propres d'un corps quelconque est perpétuellement interrompue par les globules de la lumière qui remplissent ses pores; & toute surface peut être considérée comme une espèce de tissu dont les mailles sont remplies par ces mêmes globules.

Si l'on fait attention ensuite à la grande porosité des corps, tellement connue & avouée des Physiciens, que selon la plûpart d'entr'eux, les métaux les plus compacts ont plus de vuide que de plein; si l'on réfléchit sur la prodigieuse divisibilité de leurs parties qui nous laisse à peine la liberté de conjecturer des atômes, & si l'on n'oublie pas que la matière de la lumière est un fluide d'une subtilité inexprimable, on concevra sans peine, que les mailles du tissu dont je parle, doivent être bien délicates, & que chacune d'elles contenant les

XVI. globules de la lumière comme en-
LEÇON. châssés & fixés dans un chaton , toutes ensemble composent une surface , où cette dernière matière a bien plus de part que celle même des corps , qu'on se propose de voir , & qui lui sert comme de cadre.

C'est donc principalement sur ces globules encadrés que tombent les rayons ; & comme ces filets de lumière ne sont eux-mêmes que des globules de la même nature alignés dans une même direction , & animés d'un mouvement de vibration , je conçois que les parties sur lesquelles ils agissent , ayant un degré de ressort semblable au leur , les répercutent & les renvoyent mieux que ne pourroit jamais faire la matière propre de la surface à laquelle elles appartiennent ; car quand on supposeroit que celle-ci fût élastique aussi , est-il vrai-semblable qu'elle le soit au point de s'agiter , de trembler avec la même fréquence , de rendre , en un mot , vibration pour vibration ? ce qui paroît être cependant indispensablement nécessaire , pour conserver aux rayons réfléchis le mouvement qu

l'action des rayons incidents , au moins dans le systême de ceux avec qui je pense que la propagation de la lumière se fait par un mouvement de pression. XVI.
L E Ç O N.

Une seule surface , ou plutôt une couche infiniment mince , conçue comme je viens de l'exposer , ne seroit pas réfléchissante ; parce que les globules de la lumière , comme des diamants montés à jour , transmettroient toute l'action qu'ils auroient reçue à d'autres suites de globules qui se trouveroient infailliblement derrière , puisque tout espace en est plein : le même effet arriveroit encore , si les rayons tomboient sur un corps composé de couches homogènes qui se répondissent maille pour maille , ou , ce qui est la même chose , dont les pores fussent dirigés en lignes droites : & c'est l'idée qu'il faut se faire des corps diaphanes ou transparens.

La lumière n'est donc réfléchie , que quand elle tombe sur des globules de son espèce , rangés & arrêtés dans une surface , de manière que l'action qui leur est communiquée , ne puisse , ni passer plus loin , ni être amortie par

quelque cause particulière provenant de la nature ou de l'état actuel du corps qui les contient ; & comme en cela le tout ou rien n'a jamais lieu , on peut dire qu'il n'y a aucune surface qui réfléchisse parfaitement toute la lumière qu'elle reçoit , comme il n'y en a point non plus d'où il n'en puisse revenir un peu.

Si l'on entend ainsi la cause du mouvement réfléchi de la lumière , ce pouvoir réfléchif qu'on attribue aux surfaces comme un être distingué d'elles-mêmes, cesse d'être un mystère : c'est la lumière éteinte & fixée à l'embouchure des pores qui s'anime par l'action même des rayons qui la touchent , & dont la réaction se fait remarquer , quand le mouvement qu'elle reçoit ne peut passer plus loin. Cela n'est-il pas plus que probable , quand nous voyons un grand nombre de corps continuer de luire dans l'obscurité, après avoir été exposés au grand jour , comme je l'ai rapporté en parlant des phosphores ? & si l'expérience nous porte à croire , qu'en certains cas la lumière se réfléchit avant , & sans même que les

surfaces des corps en ayant été touchées , ce phénomène s'expliquera bien encore indépendamment de toute qualité abstraite. On peut penser que les globules arrêtés dans la surface d'un corps servent comme de points d'appui à ceux qui les précèdent hors de cette surface , & que ceux-ci pressés par les rayons qui tombent dessus , réagissent sur eux de manière, que tous les points de réflexion se trouvent à une petite distance du corps sur lequel ces rayons sont dirigés.

XVI.

Leçon.

J'avoue , qu'en embrassant cette opinion , on se met dans la nécessité de renoncer aux idées les plus communes , & de se roidir contre des préjugés bien accrédités & bien difficiles à vaincre. Se persuadera-t-on, par exemple, que les corps ne soient pas visibles par eux-mêmes , mais seulement par les points de lumière dont leurs surfaces sont parsemées ? Qu'à proprement parler , nous n'avons jamais rien vû de tout ce que nous avons touché ? Cependant quel moyen de penser autrement , si nous ne pouvons rien voir que ce qui nous renvoie de la lumière ; & si les rayons qui nous

tracent les images des objets ne peuvent être renvoyés vers nos yeux que par les globules de cette matière impalpable , qui se trouve dans la même superficie avec les parties propres des corps ? Aidons-nous de quelques comparaisons , pour adoucir un peu la dureté de ces conséquences , & pour disposer les esprits en leur faveur.

Quand vous jettez la vue sur un morceau de drap teint en écarlate , votre première pensée n'est-elle pas que vous voyez un tissu de laine , & ne vous révolteriez-vous pas d'abord contre quiconque vous assûreroit que vous voyez toute autre chose que cela ? Cependant si vous y faites bien attention , & si vous raisonnez avec ordre , vous serez forcé de convenir , que vous n'appercevez qu'un enduit de cochenille adhérent à la matière propre de l'étoffe , des particules colorantes incrustées dans les pores de la laine ; en un mot , une substance étrangère à l'objet que vous avez en pensée , & qui ne vous laisse voir de lui que sa grandeur , sa situation , sa figure , & nullement sa matière propre.

Lorsque vous regardez un morceau de papier mouillé, & qu'il vous paroît plus bis qu'il n'a coutume de l'être étant sec, vous n'ignorez pas que la cause de ce changement ne soit l'eau dont il est imbibé ; mais pourriez-vous avec la pointe de l'aiguille la plus fine toucher un endroit de la surface, qui ne participât à cet effet ? Que dis-je ? le meilleur microscope seroit-il capable de vous faire distinguer les endroits où l'eau s'est logée, d'avec les parties solides qui n'ont pu en être pénétrées ?

Voilà donc, comme vous voyez, des cas (& j'en pourrois citer une infinité d'autres) où les corps ne sont pas visibles par leur propre matière, mais seulement par une substance étrangère qui s'est logée dans leurs pores. Si l'art peut produire ces effets avec des teintures ou des liqueurs, qui n'approchent point à beaucoup près de la subtilité de la lumière, pourquoi ne penserez-vous pas que tous les corps naturellement imbibés de ce fluide dans lequel ils se sont formés, & où ils sont perpétuellement plongés, n'en eussent tou-

XVI. jours à leurs surfaces une quantité
 LEÇON. égale à celle de leurs pores , qu'on
 sait être prodigieuse , & que ce ne
 soit-là , non-seulement la principale ,
 mais même la vraie & la seule cause
 de leur apparence ou visibilité ?

Je préviens votre réponse : C'est ,
 me direz-vous , que la lumière prise
 en elle-même n'est point un objet ,
 au lieu que les particules colorantes ,
 ou celles d'une liqueur , sont des pe-
 tits corps ; & quand ces matières
 étrangères , ou accidentelles , s'of-
 frent immédiatement à ma vûe , en
 me cachant ce que je cherche à voir ,
 ou ce que je crois voir , cette espèce de
 masque au moins est un être réel &
 très-distinct de la lumière qui m'en
 trace l'image.

Par les exemples que j'ai allégués ,
 je n'ai prétendu faire entendre autre
 chose , sinon que les pores d'une sur-
 face , toujours beaucoup plus nom-
 breux que ses parties solides , peuvent
 être remplis d'une substance étrangère
 à laquelle on ne devoit faire nulle
 difficulté d'attribuer la réflexion des
 rayons qui rendroient cette surface
 visible ; & je crois avoir suffisamment

rempli cette vûe. Quant à la nature de ces particules colorantes , ou par la présence desquelles il arrive des réflexions de lumière différentes de ce qu'elles étoient auparavant , je conviens que ce sont des petits corps , qui ne ressemblent point à ces portioncules de lumière que nous supposons logées à l'embouchure des pores ; mais j'ose avancer , & je le prouverai ailleurs , que la cochenille incrustée dans les pores de la laine , n'est point par elle-même ce qui fait voir le drap rouge ; elle n'en est que la cause occasionnelle ; & sans une lumière qui lui est propre , & dont elle est abreuvée comme une éponge , ni elle-même , ni la laine qu'elle couvre , n'auroit cette belle couleur qui éclatè à nos yeux. L'eau qui altère la blancheur du papier , en le faisant paroître plus bis , n'est pas non plus la cause immédiate de ce changement : ce n'est point , parce que j'apperois des parcelles d'eau mêlées avec les parties propres du papier , que je vois celui-ci moins blanc qu'à l'ordinaire ; c'est plutôt parce qu'une partie de la lumière qui tombe sur cette feuille,

XVI.
LEÇON. trouvant les pores remplis d'une matière transparente, s'absorbe dans son épaisseur, & passe au-delà ; il en revient d'autant moins par réflexion : or un corps paroît plus obscur, quand il réfléchit moins de rayons.

Je conviens qu'on auroit peine à concevoir, comment la lumière peut être elle-même un objet visible, si l'on faisoit abstraction des circonstances. Ces petites portions de lumière qui brillent à l'embouchure des pores, sont comme autant de miroirs qui nous font voir les surfaces en nous renvoyant le jour qui les éclaire : mais il ne faut point oublier que ces miroirs sont encadrés, pour ainsi dire, & circonscrits suivant la figure, la grandeur & la situation des places qu'ils occupent : ainsi, par cela seul, leurs effets doivent varier comme la porosité des corps, c'est-à-dire, à l'infini. Si vous ajoutez encore les différences qui peuvent venir de l'état actuel des surfaces, plus régulières, plus polies les unes que les autres, vous comprendrez aisément pourquoi elles ne brillent pas toutes également, quoique visibles par la même cause.

On pourroit m'objecter encore , XVI.
 que suivant mes principes , les corps L E Ç O N.
 les plus poreux devroient éclater en
 lumière plus que tous les autres : ce
 qui est visiblement contraire à l'expé-
 rience , puisqu'assez généralement ce
 sont ceux qui sont les plus sombres.

Mais ce n'est pas seulement parce
 qu'un corps est poreux qu'il réfléchit
 de la lumière , c'est principalement ,
 parce que ses pores sont remplis de
 portions de lumière incapables de
 transmettre dans l'épaisseur du corps ,
 ou au-delà , le mouvement qui leur
 est imprimé par les rayons incidens,
 Si ces vuides sont tellement ouverts ,
 qu'ils admettent non - seulement la
 matière de la lumière , mais aussi
 quelque'autre fluide , comme l'air de
 l'atmosphère , s'ils sont alignés de
 manière que les globules qui s'y trou-
 vent aient la liberté de faire passer à
 d'autres l'action qu'ils ont reçue , cette
 plus grande porosité , au lieu d'ai-
 der à rendre la surface plus lumineuse ,
 fera un effet tout contraire : cela n'a
 pas besoin d'une plus grande expli-
 cation.

Si l'on me demande présentement

XVI. pourquoi la plupart des surfaces , en réfléchissant la lumière vers nous , ne
LEÇON. font naître dans nos yeux que leur propre image , tandis que d'autres (qu'on nomme pour cela *miroirs* ,) y font arriver celle des objets qu'on leur présente sous un certain aspect , je répondrai que les dernières plus régulières , plus polies & plus resplendissantes que les autres , renvoyent un plus grand nombre de rayons , & leur conservent des directions qui ont des rapports mesurés & constans avec les rayons incidens qui leur sont venus de l'objet. Je ne m'arrêterai pas présentement à étendre & éclaircir davantage cette réponse , parce qu'elle est l'objet principal de cet article dans lequel nous avons à traiter des effets de la lumière réfléchie , en supposant toujours que les surfaces réfléchissantes sont régulières , & d'un poli parfait.

- Quand la lumière va frapper un corps opaque , solide ou fluide , on peut dire qu'elle se partage en trois parties , dont une se réfléchit régulièrement , affectant , après qu'elle a touché la surface réfléchissante , une

direction qui a un rapport constant avec celle qu'elle avoit auparavant : une autre partie se réfléchit irrégulièrement en s'éparpillant de tous les côtés , à cause des inégalités qui se trouvent indispensablement à la surface qui la renvoye (car il n'y en a aucune qui soit parfaitement polie) ; enfin une troisième portion s'éteint dans le contact , soit que les parties propres du corps qu'elle touche ne soient pas capables de lui rendre , ou de lui laisser reprendre la force qu'elle perd en les heurtant , soit que son action pénètre dans les pores , & s'y anéantisse.

Suivant que ces trois parties de lumière l'emportent l'une sur l'autre par leurs quantités , les surfaces sur lesquelles les rayons tombent , prennent différens noms , & produisent divers effets par rapport à la vision. Nous appelons *sombres* ou *obscures* celles qui absorbent beaucoup de lumière , & qui en renvoient peu ; nous nommons *claires* , ou *resplendissantes* , celles qui en réfléchissent de toutes parts , & en grande quantité ; & nous donnons le nom de *miroirs* à celles d'où la plupart des rayons reviennent avec un

XVI. **LEÇON.** certain ordre. Celles-ci se font à peine appercevoir ; mais elles nous représentent distinctement les objets qui les éclairent : celles de la seconde espèce sont très-visibles , & ne font voir qu'elles-mêmes : les autres ne se font guères plus voir que les miroirs ; mais elles n'ont pas comme eux la propriété de représenter les objets éclairés qu'on leur oppose.

Comme il s'agit ici d'effets constants , on voit bien que c'est à cette portion de lumière qui se réfléchit régulièrement, que nous devons avoir affaire , celle-là seule étant assujettie à des mouvemens qu'on puisse prévoir , & sur lesquels il soit possible d'établir une théorie. Nous supposons donc que les surfaces réfléchissantes sont des miroirs parfaits ; ou plutôt , nous faisons abstraction de la lumière dispersée par leurs irrégularités , ou éteinte par quelque autre défaut de leur part.

Un rayon de lumière ne peut tomber sur la surface d'un miroir que de deux façons, ou perpendiculairement, comme *f c* *Fig. 1.* par rapport à la ligne *a b* ; ou bien obliquement, comme
d c,

d e, par exemple. C'est à l'expérience à nous dire ce qui doit arriver dans l'un & dans l'autre cas : nous ne pouvons pas le deviner : parce que ne connoissant point *a priori* le degré d'élasticité qui appartient , ni au rayon qui choque , ni à la surface qui est choquée , nous ne sçaurions prévoir au juste comment se fera la réflexion.

XVI.
LEÇON.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La Figure 2^e. représente un cercle de matière solide qui a 26 pouces de diamètre. Il est élevé verticalement sur un pied qui se hausse & se baisse quand il le faut : il tourne sur son centre , mais de manière qu'il reste de lui-même dans toutes les situations qu'on lui fait prendre. La circonférence est divisée en 4 quarts , & chaque quart en 90 degrés à commencer par deux points diamétralement opposés. Cette circonférence graduée est élevée par quatre petits pieds, d'environ trois lignes au-dessus du plan du cercle , & porte deux curseurs , à l'un

XVI.
LEÇON. desquels est attachée une platine de cuivre *A* de 4 pouces en quarré, perpendiculaire au plan du cercle, & percée au milieu d'un trou rond de deux pouces de diamètre, avec un drageoir, pour recevoir, ou des verres de différentes espèces, ou des diaphragmes percés de diverses manières; l'autre curseur *B* porte un chassis de trois pouces de large sur 6 de long, garni d'un papier huilé, & courbé suivant la circonférence du grand cercle, aux divisions de laquelle répondent des lignes tracées sur la largeur du papier transparent. *C, D*, sont deux petits piliers à coulisses élevés perpendiculairement sur le plan du cercle, pour recevoir successivement trois miroirs de métal de 6 pouces de long sur deux de large, dont un est plan, & les deux autres courbes selon leur longueur, comme pour s'ajuster à la circonférence d'un cercle de deux pieds de diamètre: de ces deux derniers miroirs, l'un est poli par sa surface concave, & l'autre par sa surface convexe; & quand un des trois est en place, la ligne *e f* tracée sur le cercle, tombe perpendi-

culairement au milieu de sa longueur. XVI.

Cette machine étant ainsi préparée & garnie du miroir plan, se place dans une chambre fermée de toutes parts, & dans laquelle il n'entre d'autre lumière qu'un rayon du soleil gros comme le doigt qu'on fait passer à midi, ou dans quelque autre heure, qu'en soit pas trop éloignée, par un trou pratiqué au volet de la fenêtre : il faut poser le cercle de manière, que le rayon rasant sa surface tombe obliquement sur le milieu du miroir, & vis-à-vis la ligne *ef* ; ensuite on fait glisser le curseur avec la platine *A*, jusqu'à ce que recevant le rayon total elle en transmette une partie par le trou d'un diaphragme de cuivre mince dont elle doit être garnie pour cette Expérience. L E Ç O N.

E F F E T S.

1°. Le rayon solaire qui passe ainsi jusqu'au miroir rejaillit dans la partie opposée du même plan, & forme sur le châssis transparent une image lumineuse & ronde, comme le trou par lequel il a passé dans la platine *A* ; & si l'on observe à quel degré répond

O ij

le centre de cette image sur la circonférence du grand cercle, on trouve qu'il est autant éloigné du point *e*, que l'est dans la partie opposée le centre du trou par lequel il a été reçu.

2°. Si l'on fait tourner le cercle & glisser la platine *A*, de manière que le rayon tombe moins obliquement sur le miroir, on trouve que l'image formée par le rayon réfléchi sur le châssis transparent, s'approche du point *e* dans la même proportion.

3°. Si le cercle est tourné de façon que le rayon incident suive la ligne *ef*, pour aller au miroir, alors on ne distingue plus de rayon réfléchi : il rejaillit de dessus le miroir, par la même ligne qu'il suit en tombant.

On peut embrasser ces trois résultats dans cette proposition générale : *La lumière, lorsqu'elle est réfléchie, fait toujours l'angle de sa réflexion égal à celui de son incidence.*

EXPLICATION.

Le mouvement réfléchi, comme nous l'avons vû dans la IV Leçon, vient de ce que les parties du mobile, ou celles de la surface sur laquelle il

tombe, se rétablissent après avoir été comprimées ; car ces parties, comme autant de petits ressorts, en se remettant dans leur premier état, repoussent devant elles le corps qui les avoit pliées : ainsi le mouvement dont un rayon de lumière est animé revient sur lui-même, quand sa direction est, comme *fc*, *Fig. 1.* perpendiculaire à la surface du miroir.

Dans le cas de l'incidence oblique, on peut considérer la lumière, ou son action, comme transportée par deux mouvemens, dont l'un la fait descendre de la quantité *dg*, tandis que l'autre la fait avancer à une distance égale à *dP* : la rencontre du miroir ne change rien à ce dernier mouvement, dont la direction est parallèle à la surface *ab* : ainsi la lumière doit continuer de s'avancer de la quantité *ch*, en aussi peu de tems qu'elle en a mis pour parcourir une distance égale à *dP*. Mais l'autre mouvement qui l'a fait descendre de la hauteur *dg*, se détruit totalement par l'obstacle du miroir qui lui est directement opposé, & il en renaît un autre dans une direction contraire,

par la réaction des parties comprimées : or de ce nouveau mouvement qui tend vers P , & de celui qui subsiste avec la direction ch , il s'en compose un par lequel le rayon s'incline nécessairement à la partie ac du miroir ; & cette inclinaison ce doit être égale à dc , si par le ressort des parties qui se rétablissent après le choc, le rayon reçoit autant de vitesse pour remonter, qu'il en avoit pour descendre, lorsqu'il est tombé sur le miroir.

Puisque nous voyons par le fait que l'angle ech est égal à dcb , & que cette égalité a lieu dans toutes les incidences possibles, nous devons donc conclure que le ressort des parties qui cause la réflexion est parfait, c'est-à-dire, qu'elles se rétablissent complètement, & en aussi peu de tems qu'il en a fallu pour les comprimer ; car sans cela le rayon réfléchi, en s'avancant à la distance ch , ne parviendroit jamais aussi haut que le point e : ce qui rendroit l'angle de réflexion plus petit que celui d'incidence. Par conséquent, l'expérience, en nous montrant cette égalité des angles, nous apprend que les parties

de la lumière sont d'une élasticité parfaite , ou que s'il y manque quelque chose , on ne s'en apperçoit pas sur des rayons réfléchis d'une assez grande longueur ; car l'expérience , dont il est ici question , se peut faire bien plus en grand , & toujours avec le même succès. Nous ne pouvons pas attribuer ce parfait ressort aux miroirs , puisqu'on en fait avec toutes sortes de matières , pour peu qu'elles soient susceptibles de poli ; est-il naturel de penser que tous les corps qui renvoient la lumière , soient composés de parties parfaitement élastiques ?

Cette dernière considération est encore d'un assez grand poids , pour nous porter à croire que ce ne sont pas les parties propres des surfaces qui réfléchissent la lumière ; car si elles ne sont , ni absolument inflexibles , ni parfaitement élastiques , comment n'amortissent-elles pas l'action de la lumière incidente ? & si cette action s'affoiblit dans le choc , pourquoi retrouve-t-on au rayon réfléchi une vitesse égale à celle qui a péri contre le miroir ? Il est bien vrai que la lumière renvoyée par une surface ,

XVI. quelque polie qu'elle soit , n'est jamais aussi forte que celle qui vient directement du corps lumineux ; mais ce déchet ne tient point au mouvement des rayons : il vient de ce que leur nombre est diminué , plusieurs d'entr'eux ayant été , ou absorbés , ou détournés , comme je l'ai fait entendre ci-dessus.

La loi générale que je viens d'établir par l'Expérience précédente , sçavoir : que *la lumière fait toujours son angle de réflexion égal à celui de son incidence* , est le fondement de toute la Catoptrique ; les autres n'en sont que des applications ; & quiconque sçau-roit bien manier ce principe (*a*) se-

(*a*) Un Géometre qui sçait par expérience , 1^o. que la lumière se meut toujours en ligne droite dans un milieu homogène ; 2^o. qu'à la rencontre des miroirs elle fait l'angle de sa réflexion égal à celui de son incidence , peut se passer des moyens que je vais employer pour expliquer les principaux phénomènes de la Catoptrique : tous les cas que j'ai à parcourir & à examiner , sont autant de problèmes dont la solution sera pour lui plus facile , plus sûre , plus précise & plus étendue que tout ce qu'on peut attendre des Expériences , où l'imperfection & l'embarras des machines se fait toujours sentir. Je n'offre donc cette partie de mon Ouvrage qu'aux lecteurs qui ne peuvent se passer
roit

roît en état de prévoir tous les effets des miroirs, de quelques figures qu'on XVI.
 les supposât , & d'en rendre raison ; L E Ç O N :
 mais pour faciliter cette étude aux
 personnes que nous supposons n'être
 pas suffisamment initiées , je vais ex-
 poser les cas les plus généraux , &
 tâcher de faire entendre comment de
 cette règle naissent certains faits ca-
 pitaux , auxquels on peut rapporter
 tous les phénomènes qui dépendent
 de la lumière réfléchie.

Soit que la lumière réfléchie nous
 trace l'image d'un objet , soit qu'elle
 produise de la chaleur , ce n'est jamais
 par un seul rayon qu'elle opère ces ef-
 fets ; il y en a toujours plusieurs qui agis-
 sent ensemble ; & comme la réflexion
 de chacun d'eux dépend de son inci-
 dence particulière , il faut première-
 ment considérer dans quel ordre ces
 rayons arrivent à la surface réfléchis-
 sante : ils peuvent être divergens , pa-
 ralleles ou convergens , & par cela seul
 l'incidence peut être plus ou moins
 oblique pour les uns que pour les autres.

des preuves sensibles , ou qui seront curieux
 d'apprendre jusqu'à quel point l'Expérience
 peut servir à confirmer la théorie.

XVI.
LEÇON. En second lieu , on doit avoir égard à la figure du miroir , s'il est plan ou courbe , concave ou convexe ; car les rayons tombant sur différens points des surfaces , & ces points étant tantôt dans un seul & même plan , tantôt dans des plans plus ou moins inclinés les uns que les autres aux rayons incidens , il est facile de comprendre que la réflexion de ceux-ci doit varier d'autant : ce qui peut apporter beaucoup de changement à leurs positions respectives.

P R E M I E R C A S.

Si des rayons paralleles dans leur incidence sont réfléchis par un miroir plan.

I I. E X P E R I E N C E,

E X P L I C A T I O N,

L'appareil de cette Expérience est le même que dans la première , avec cette seule différence , qu'au lieu d'un rayon solaire , on en fait passer deux par le diaphragme de la platine *A* , lequel pour cet effet est percé de deux trous ronds de 3 lignes de diamètre , dont les centres sont à 10 degrés de distance l'un de l'autre.

E F F E T S.

XVI.

LEÇON.

Avec quelque degré d'inclinaison que ces deux rayons paralleles soient reçus sur le miroir CD , on observe constamment qu'après la réflexion, ils demeurent sensiblement paralleles entr'eux; car les deux cercles lumineux qu'ils impriment sur le papier du châssis B , à mesurer la distance des centres, sont autant éloignés l'un de l'autre, que les trous du diaphragme qui est en A .

EXPLICATION.

Puisque le miroir est plan, les deux endroits a, b , *Fig. 3.* qui reçoivent les rayons incidens ac, bd , sont dans une ligne droite; quand les rayons sont paralleles entr'eux, les angles cae & dbf qu'ils font avec la partie du miroir à laquelle ils sont inclinés, sont égaux; & puisque la lumière fait toujours son angle de réflexion égal à celui de son incidence, l'autre partie ag du miroir étant la continuation de la ligne droite fa , les deux angles ibh, gak , deviennent encore égaux, & de-là suit nécessairement le parallélisme

P ij

des deux rayons réfléchis *ak*, *bh*.

XVI. Les deux rayons solaires que je
 LEÇON. donne comme parallèles dans cette
 Expérience, ne le sont pourtant qu'à
 peu-près, & parce qu'on n'en consi-
 dère qu'une longueur de deux pieds.
 A parler exactement, il faut convenir
 qu'ils sont divergens, & que les deux
 centres des images lumineuses sur le
 papier du châssis *B* sont un peu plus
 distans l'un de l'autre, que ceux des
 trous du diaphragme en *A*.

Il est nécessaire de bien entendre
 ceci, & pour cela il faut faire atten-
 tion, que le faisceau des rayons so-
 laires qui passe par un trou de la fenê-
 tre dans la chambre, ne vient pas
 d'un seul point radieux, mais de tous
 les points de la surface de l'astre aux-
 quels ce trou est exposé. Or, nous
 * Page 96. avons vu dans la Leçon précédente *
 que les jets de lumière qui de plu-
 sieurs endroits viennent ainsi se ren-
 dre au même passage, s'y croisent &
 forment entr'eux des angles oppo-
 sés par leurs pointes, & qui sont
 par conséquent égaux. Le diamètre
 du soleil soutend un arc de 32 minu-
 tes; c'est-à-dire, que si l'on conçoit

comme un grand cercle la révolution apparente du soleil en 24 heures, le disque de cet astre en couvre par sa largeur un peu plus d'un demi-dégré ; d'où il suit que les rayons qui partent des points diamétralement opposés de ses bords , & qui viennent se croiser dans le trou de la fenêtre , doivent terminer dans la chambre obscure , non pas un cylindre , mais une pyramide lumineuse dont la base occupe 32 minutes d'une circonférence de cercle qui auroit son centre au trou dans lequel se croisent les rayons en entrant.

Quoique les rayons solaires employés dans notre Expérience n'aient point à la rigueur le parallélisme que nous leur supposons, l'effet que nous voyons nous autorise toujours à croire , que les rayons parallèles dans leur incidence continuent constamment de l'être , quand ils sont réfléchis par un miroir plan , parce que cela tient à l'égalité des angles de réflexion & d'incidence qui a été prouvée précédemment , & à la nature du miroir , & non pas à un parallélisme plus ou moins parfait, com-

~~=====~~
 XVI.
 LEÇON.

me on peut voir par l'explication
 que nous avons donnée du fait.

S E C O N D C A S.

*Si des rayons divergens dans leur incidence
 sont réfléchis par un miroir plan.*

I I I. E X P E R I E N C E.

P R E P A R A T I O N.

On se sert encore ici de la même machine, *Fig. 2.* en ajoutant sur le diaphragme en *A* un verre concave, dont la propriété est de rendre la lumière divergente, comme nous l'expliquerons ailleurs. On ôte le miroir de sa place, pour voir d'abord sur le châssis transparent qu'on abaisse dans le quart de cercle *E*, de combien les deux rayons sont divergens : après quoi l'on remonte le châssis, & l'on remet le miroir.

E F F E T S.

On voit par la distance ou l'écartement des deux images lumineuses sur le châssis *B*, que les rayons réfléchis ont le même degré de divergence qu'ils avoient avant que de toucher le miroir.

TROISIEME CAS.

XVI.

LEÇON.

Si des rayons convergens dans leur incidence sont réfléchis par un miroir plan.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On procède de la même manière que dans l'Expérience précédente ; mais au lieu du verre concave en *A*, on employe un verre convexe qui rassemble les rayons solaires à 24 pouces de distance.

EFFETS.

Quand le miroir est ôté, les deux rayons convergent sur le châssis transparent qu'on a baissé ; & lorsqu'on a remis le miroir en place, & qu'on a fait remonter le châssis, les rayons réfléchis se rassemblent de même, & forment un seul point lumineux comme auparavant : ce qui prouve égalité de convergence, après comme avant la réflexion.

EXPLICATION.

Si l'on a bien compris ce qui a été

P iv

XVI.
LEÇON.

dit pour expliquer les effets de la seconde Expérience, on n'aura pas de peine à voir pourquoi la réflexion qui se fait sur un miroir plan ne change rien à la divergence, ni à la convergence des rayons incidens ; car puisqu'en pareil cas les deux angles de réflexion toujours égaux à ceux d'incidence, conservent nécessairement le parallélisme aux rayons qui tombent sur le miroir avec des inclinaisons semblables, quand ceux-ci ne sont point parallèles, c'est une nécessité que leur réflexion réglée sur leur incidence les représente avec la divergence ou la convergence que leur donnent ces différens degrés d'inclinaison, avec lesquels ils viennent frapper le miroir. Jetez seulement les yeux sur les Figures 4 & 5, & vous verrez que ibh , & gak , étant égaux à dbf , & cae , les rayons réfléchis à la distance F , se réunissent ou s'écartent de la même quantité que les rayons directs l'eussent été en E sans l'interposition du miroir.

Il faut remarquer, 1°. que dans la III. Expérience, non-seulement les cercles lumineux ont paru plus écartés

l'un de l'autre sur le papier du châssis *B*, que ne l'étoient les rayons en sortant des trous du diaphragme *A* ; mais encore que chacun d'eux est devenu plus grand que dans la II. Expérience. 2°. Que quand les rayons ont été rendus convergens dans la IV. Expérience, les deux ensemble n'ont plus formé qu'un point lumineux à l'endroit de leur réunion, au lieu d'un cercle de 3 ou 4 lignes de diamètre égal au trou de la platine *A*.

Tout cela vient de ce que les verres concaves & convexes dont on se sert pour faire diverger & converger les deux jets cylindriques, produisent les mêmes effets sur les filets de lumière dont chacun d'eux est composé. J'aurois donc pu n'employer dans ces Expériences, & dans celles qui vont suivre, qu'un seul jet de lumière ; puisqu'en comparant le cercle lumineux formé par le rayon réfléchi sur le châssis transparent, avec celui qui auroit été produit par le rayon direct, ou avec le trou de la platine en *A*, nous aurions appris de même les effets des miroirs, par rapport à la direction respective des parties de la

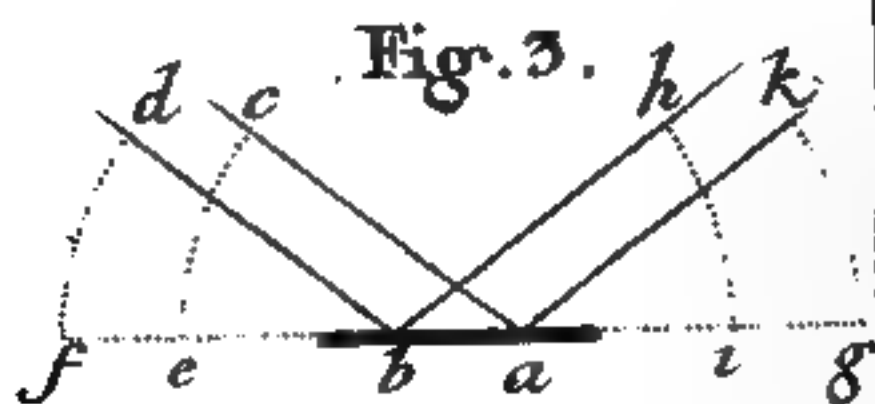
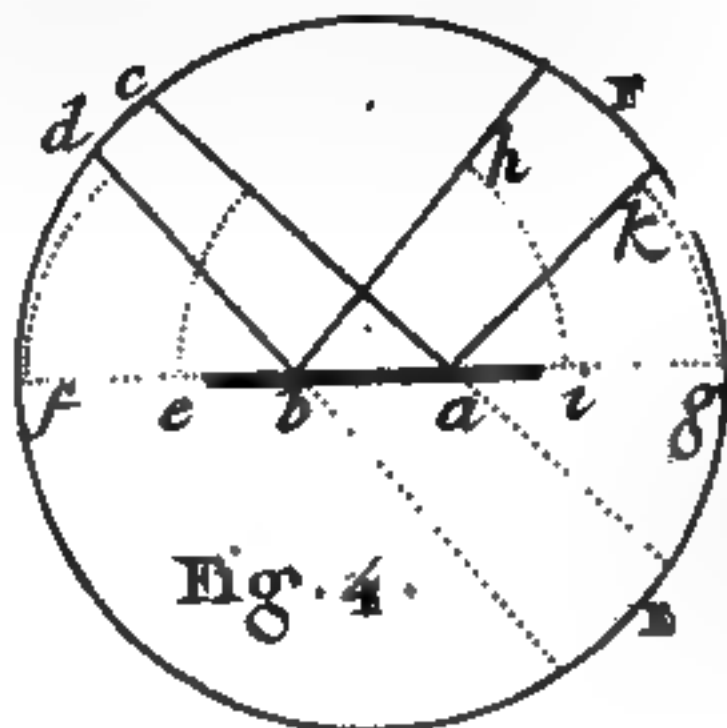
XVI.

LEÇON.

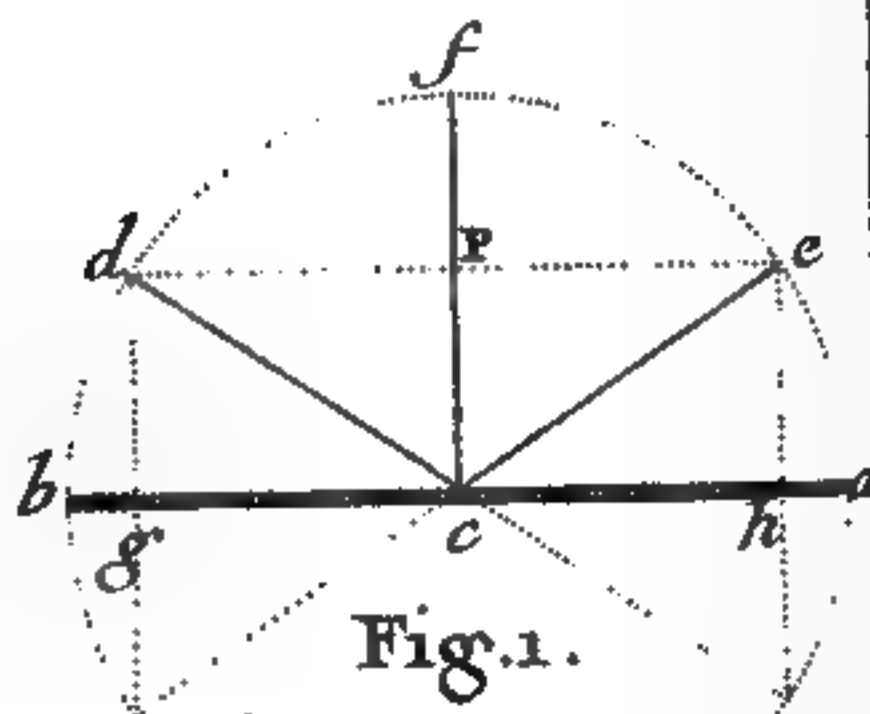
lumière ; mais j'ai mieux aimé en employer deux , pour rendre la théorie plus sensible , plus simple & plus aisée à exprimer par des figures. Qu'on se souvienne seulement , que les deux rayons que nous faisons paroître dans nos Expériences en faisant abstraction de leur forme particulière , peuvent toujours représenter des cylindres , des pyramides ou des cônes de lumière coupés selon la longueur de leur axe.

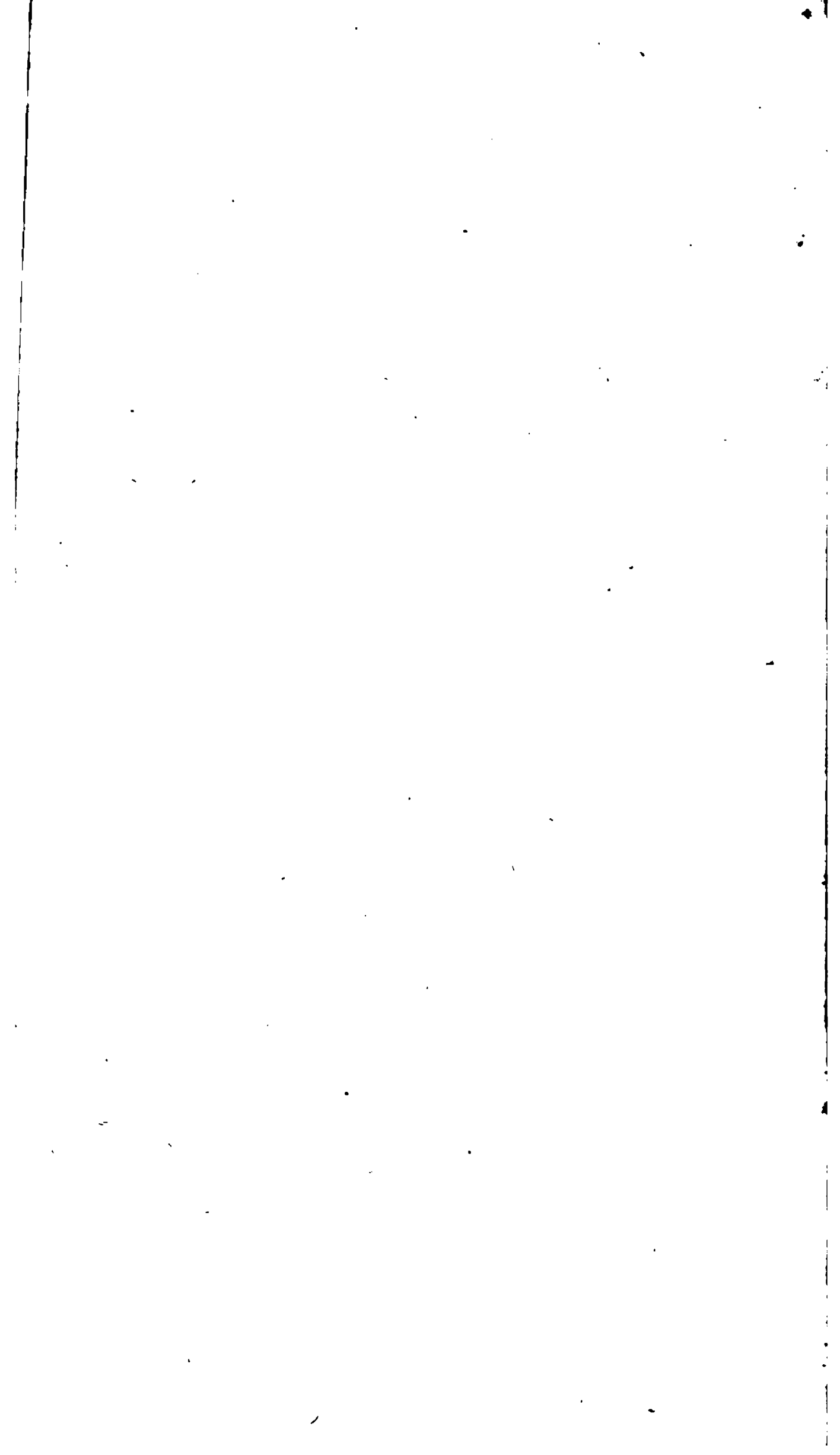
A P P L I C A T I O N S .

La surface d'une eau claire & tranquille fut sans doute le premier modèle des miroirs ; mais on peut dire que l'art en imitant la nature , l'a de beaucoup surpassée dans cette partie ; car outre que les plaques de métal polies par lesquelles on a commencé , & les glaces étamées qu'on leur a substituées depuis , représentent les objets d'une manière bien plus vive ; ces merveilleuses inventions ont encore sur ces miroirs fluides l'avantage d'avoir transporté dans nos appartemens , tant pour la décoration , que pour l'utilité , des effets qui eussent été



g. 2.





restreints à peu d'usage , & qui se passaient le plus souvent sous des yeux qui n'en sentoient pas toute la beauté. Le philosophe le plus sévère se déride aujourd'hui dans la maison d'un homme opulent , lorsqu'entouré de glaces richement encadrées , & placées avec intelligence , il aperçoit par-tout son portrait & ses mouvemens , du monde , des bâtimens , des jardins immenses au-delà d'un mur , où il sçait qu'il n'y a rien de tout cela ; des points de vûe amenés comme malgré eux à des directions plus convenables , & quantité de semblables illusions plus charmantes les unes que les autres : il est entré en maudissant le luxe , il sort en admirant ce que l'on a sçu faire pour le contenter.

Les anciens miroirs étoient faits , non d'acier , comme bien des gens le pensent , mais de cuivre allié d'étain , & d'arsenic ou d'antimoine , pour être de la couleur de l'argent ; mais outre que cela devenoit d'un poids incommode , d'un prix assez considérable & difficile à travailler en grand , ce métal composé avoit encore l'in-

XVI.
LEÇON.

convénient de se ternir promptement , ce qui le rendoit désagréable à voir , & hors d'état de réfléchir la lumière assez bien pour représenter les objets. Depuis l'invention des glaces , on ne fait plus de ces miroirs qu'en petit , & dans le cas où l'on auroit trop de peine à les construire avec du verre.

Les glaces enduites par derrière d'une amalgame d'étain & de mercure sont plus légères , moins coûteuses , & d'un poli plus durable que le métal dont je viens de parler ; mais elles ont un défaut qui ne permet pas qu'on les employe dans les instrumens de Catoptrique , où l'on a besoin d'une grande précision ; c'est que presque toujours elles donnent deux images de l'objet , l'une par la surface antérieure , l'autre par le teint qui couvre la dernière , avec cette différence , que celle-ci est beaucoup plus forte ; & cet effet est d'autant plus marqué , que la glace est plus épaisse , comme on en pourra aisément juger en jettant les yeux sur la *Fig. 6.* dans laquelle *a b* , représente la première , & *c d* la dernière sur-

face d'une glace au teint ; car on voit que si deux rayons partant du même point de l'objet sont réfléchis , l'un par la surface ab , l'autre par cd , le premier portera l'image du point lumineux en e , & le dernier la fera voir en f .

On ne peut pas se servir d'un seul miroir plan , quelque grand qu'il soit , pour rassembler les rayons solaires , ni augmenter par-là le degré de chaleur qu'ils produisent ; car comme une telle réflexion ne change rien à leur parallélisme naturel , on n'en doit point attendre un effet qui ne pourroit arriver que par leur convergence : la lumière directe du soleil seroit plus efficace , le miroir n'étant jamais assez parfait pour réfléchir régulièrement tous les rayons qui tombent dessus.

La clarté des bougies fait communément plus d'effet dans les lieux où il y a beaucoup de glaces ; parce qu'indépendamment de ces petites flammes , dont les images se multiplient , il revient plus de lumière dessus les glaces polies , que des lambris peints , ou des meubles qui couvrent les murailles.

XVI. Quand nous regardons directement un objet , c'est cet objet même que nous voyons ; & s'il est près de nous , nous le voyons presque toujours tel qu'il est ; mais dans un miroir nous n'appercevons que son image. Cette espèce de phantôme , au lieu de paroître appliqué à la surface réfléchissante qui le fait naître , se voit toujours au-delà à une distance plus ou moins grande , suivant celle de l'objet au miroir : sa grandeur , sa situation , sa figure , ne répondent pas toujours à celles du corps qu'il représente : cherchons les raisons de tous ces effets ; & pour nous faire mieux entendre , procédons par des suppositions extrêmement simples.

Représentons la surface d'un miroir plan par la ligne droite ab , *Fig. 7*. Soit un point lumineux c dont un rayon cd aille frapper le miroir , & se réfléchisse comme de . L'objet apperçu par ce dernier trait de lumière ne sera pas jugé en c où il est ; mais dans la ligne ef , (la distance restant indéterminée) parce que , comme nous l'avons enseigné précédemment * , on voit toujours dans la

* *XV.*
Leçon , p. 76.

direction des rayons qui entrent dans l'œil : or, dans le cas présent, l'œil reçoit le rayon *d e* qui fait partie de la ligne *e f*. XVI.
L E Ç O N.

Quant à la distance, il faut faire attention que jamais nous ne voyons par un rayon simple : de chaque point visible il nous vient une pyramide de lumière dont la prunelle de notre œil mesure la base ; *c d*, *d e*, *Fig. 7.* n'est donc, à proprement parler, que l'axe de la pyramide partie incidente, partie réfléchie représentée par la *Fig. 8.* Il faut encore se souvenir que quand les objets sont près de nous, nous déterminons la distance des points visibles par le degré de divergence des rayons qui forment les pyramides lumineuses ; c'est-à-dire, que chacun de ces points nous paroît être à l'endroit où les rayons iroient se réunir, ou se croiser, s'ils par- toient de l'œil dans le même ordre avec lequel ils s'y sont présentés : c'est donc en *g* que le point *c* doit être apperçu, quoique la réunion des rayons ne soit qu'imaginaire.

Mais l'Expérience nous ayant fait voir que la réflexion par un miroir

XVI.
LEÇON. plan ne change rien à la divergence des rayons, il s'ensuit que les points g & c sont de part & d'autre à égales distances de la surface réfléchissante ab , & qu'ayant l'œil placé en e , on voit par réflexion l'image du point c , précisément aussi loin qu'on l'auroit jugée, en le regardant lui-même directement du point b .

Voilà donc pourquoi nous voyons toutes les images espacées entr'elles derrière une glace, comme les objets le sont devant elle : voilà ce qui fait que notre propre image s'avance vers nous, quand nous marchons vers le miroir, & que les mouvemens & les gestes que nous faisons en avant & en arrière sont rendus en sens contraire : d'où il arrive que sans une grande habitude, nous avons peine à diriger l'action de nos mains en les conduisant de l'œil par le moyen d'un miroir ; car leur image passant d'avant en arrière, par rapport à nous, quand nous la faisons agir d'arrière en avant, nous croyons toujours avoir fait quelque mouvement contraire à notre intention, & cette incertitude nous fait hésiter, & nous rend maladroits.

Nous

Nous jugeons de la grandeur des images apperçues derrière les miroirs, comme de celles des objets que nous voyons par des rayons directs; c'est-à-dire, que nous estimons leurs dimensions par des angles visuels qui les embrassent. Ainsi, comme suivant le résultat de la IV. Expérience, la réflexion qui se fait par un miroir plan conserve aux rayons de lumière le degré de convergence qu'ils avoient dans leur incidence, il s'ensuit, que l'angle $k e l$, Fig. 9. est égal à $K i L$, & qu'on doit voir l'image $k l$, précisément de la même grandeur qu'on verroit, l'objet $K L$, lui-même, si on le regardoit du point i . C'est pourquoi l'on dit qu'une glace est *fausse*, quand l'image y paroît plus petite ou plus grande que l'objet qu'elle représente, parce qu'en effet cela n'arrive point quand elle est vraiment droite dans toute sa surface, comme elle doit l'être.

Les images qu'on apperçoit derrière les miroirs tenant lieu d'objets à la vision, nous dérogeons souvent, par prévention ou par habitude, à la règle des angles visuels, pour esti-

===== mer leur grandeur & leur distance.
XVI. On peut appliquer ici tout ce qui a
LEÇON été dit à ce sujet dans la Section précédente , en considérant de plus , que

comme la rencontre des miroirs les plus parfaits , cause toujours un déchet de lumière , la clarté des images devient par-là moindre que celle des objets , ce qui nous porte à croire qu'elles sont dans un éloignement plus grand que celui qui résulte de la disposition des rayons réfléchis.

Il est presque inutile de faire remarquer , qu'un homme qui se regarde dans un miroir voit toute la partie droite de son corps à la gauche de son image ; cela ne peut pas être autrement dès que celle-ci se présente face à face de son objet ; elle en est comme la contr'épreuve : deux personnes vis-à-vis l'une de l'autre se voyent de la même manière.

Mais ce qu'il est à propos d'observer , c'est que quand on est ainsi debout devant une glace , on ne peut voir de sa propre grandeur qu'une partie qui égale deux fois celle du miroir ; de sorte que si ce miroir n'a pas la moitié de votre hauteur , vous

ne pourrez pas vous y voir tout entier. Vous verrez davantage une personne de votre taille, qui sera placée plus loin que vous de ce même miroir ; comme aussi vous verrez moins celle qui sera dans un moindre éloignement. Pour comprendre aisément les raisons de ces effets, il faut jeter les yeux sur la *Fig. 9.* & considérer, que quand l'objet & l'œil sont à égales distances du miroir, comme cela est, quand on se regarde soi-même, les deux rayons qui forment l'angle $k e l$, & qui terminent les deux extrémités de l'image, sont coupés à la moitié de leur longueur par la ligne $a b$ qui représente la surface réfléchissante : or, leur écartement dans cet endroit est égal à la moitié de l'espace $k l$, dans lequel est renfermée toute l'image : d'où il suit évidemment, que si le miroir étoit moins haut que $m n$, il ne feroit pas voir l'objet $K L$ tout entier.

En un mot, puisque les rayons $m e$, $n e$, réfléchis par un miroir plan, conservent le degré de convergence qu'ils avoient en venant des extrémités K, L , de l'objet, les apparences par la

Q ij

~~XXXXXXXXXX~~
XVI.
L I G O N.

XVI.
LEÇON. partie *mn*, doivent être telles qu'elles seroient par un trou à jour de même grandeur fait dans une planche, si l'œil étoit placé derrière. Or, on sçait qu'en regardant par cette ouverture on découvreroit une étendue plus ou moins grande, suivant qu'on seroit plus ou moins près de cette espèce de fenêtre, & il est aisé d'en trouver les proportions ; car si l'on considère que l'œil est comme le centre, ou le point de convergence de tous les rayons visuels qui rasent les bords du trou, ces mêmes rayons prolongés au-dehors montreront par leur écartement, l'étendue qu'ils embrassent à une distance donnée.

On doit donc avoir égard à toutes ces considérations, quand on fait placer des glaces dans les appartemens, à dessein de faire voir des édifices, des parties de jardins ou des points de vûe qu'on aime à rencontrer ; sans cela on court risque de manquer ses projets, ou de ne les remplir qu'imparfaitement.

La situation de l'image dépend de la position de l'objet, relativement à celle du miroir : comme chaque par-

tie de l'objet & le lieu de son apparence , sont de part & d'autre à égales distances de la surface réfléchissante , s'il y a quelqu'une de ces parties plus près ou plus loin du miroir , l'image la représentera de même : voilà ce qui fait que kl , *Fig. 9.* est incliné dans un sens contraire à son objet KL . Car il faut que le point k , se trouve plus près de la surface ab , que le point l . Qu'un homme se couche tout à plat sur le parquet d'une chambre , ayant les pieds contre une glace élevée d'aplomb, son image paroîtra couchée de même, elle aura comme lui les pieds contre la glace , & la tête dans le plus grand éloignement ; & si cet homme se roidissant sur les talons , se fait relever de manière que son corps décrive un quart de cercle , l'image passera aussi par tous les degrés d'inclinaison , jusqu'à ce que l'un & l'autre se trouvent parallèles à la glace qui sera entr'eux deux.

On voit par-là , de quelle conséquence il est de placer les glaces dans les appartemens, de façon qu'elles fassent exactement des angles

droits avec les planchers & avec les murs ; sans quoi , ni les uns , ni les autres , ne peuvent s'aligner avec leurs images ; parce que celles-ci s'inclinent vers leurs objets , quand les objets s'inclinent aux miroirs.

Une chose très-curieuse à remarquer , c'est que quand le miroir s'incline devant un objet , l'image fait une fois plus de chemin , que quand c'est l'objet qui s'incline devant le miroir. L'homme dont je viens de parler , par exemple , verroit son image parcourir un demi-cercle au lieu d'un quart , si se tenant debout au bord d'un miroir placé horizontalement , il le faisoit relever entièrement devant lui. Supposez que cet homme soit dans la ligne *EG* , *Fig. 10.* & que le miroir soit *ab* , sa tête paroîtra en *e* , & ses pieds en *g* ; par conséquent l'image & l'objet seront dans le diamètre vertical du demi-cercle *E b e*. Que le miroir s'élève en faisant seulement un angle de 45 degrés au pied de l'objet, comme dans la *Fig. 11.* alors on verra l'homme dans le rayon horizontal *a e* : & par conséquent son image aura parcouru

un quart de cercle, par le mouvement angulaire du miroir qui n'aura été que de 45 degrés; c'est par cette raison que quand on transporte un miroir, le moindre mouvement qu'on lui fait faire, paroît beaucoup plus grand, à en juger par celui des images qu'on apperçoit derrière. Les ré-
flets de lumière qui se font par une pièce d'eau, font toujours des mouvemens très-sensibles, quoique l'eau paroisse n'en avoir presque point : & les télescopes de réflexion sont plus difficiles que les autres à manier, pour ceux qui n'en ont point acquis l'habitude; parce que le moindre mouvement qu'on donne aux miroirs faisant faire un grand chemin à l'image que l'on cherche, la rend plus difficile à saisir, ou la fait perdre aisément quand on la tient.

Les miroirs plans ont encore la propriété de conserver aux images, des figures parfaitement conformes à celles des objets; & toujours par la raison que la distance ag , Fig. 8. est égale à ac : car si vous appliquez cette règle à tous les points E , F , G , &c. des Fig. 10. & 11, vous verrez que

XVI.
LEÇON. ec étant égal à eE , fd à dF , gh à hG , &c. il est de toute nécessité que e, f, g , se trouvent dans une ligne droite, comme E, F, G ; & conséquemment si la partie F de l'objet, se trouvoit hors de la ligne Ea , le point correspondant f , seroit vû aussi plus près ou plus loin que la ligne ae : en un mot la figure n'étant autre chose que l'arrangement des parties, & les miroirs plans rendant des images dont les parties sont arrangées comme celles de l'objet, on peut dire en toute sûreté, qu'ils conservent aux images des figures conformes à celles des objets; & que quand cela n'arrive pas, c'est que le miroir n'est point parfaitement droit en tous sens.

L'image qu'on apperçoit dans un miroir peut servir d'objet elle-même, & se voir une seconde fois dans un autre miroir; & si celui-ci est placé de façon à la renvoyer sur le premier, elle peut être apperçue un grand nombre de fois dans le même: c'est ce que l'on fait tous les jours dans un appartement où l'on suspend un lustre entre deux glaces, élevées parallèlement

parallèlement l'une vis-à-vis de l'autre ; mais comme l'image qui sert d'objet , est plus éloignée du miroir que l'objet même , elle doit aussi paroître plus loin derrière que la première image , & ainsi des autres ; voilà pourquoi dans l'exemple que je viens de citer , il paroît tant de lustres les uns après les autres dans le même alignement. Les plus éloignées de ces images sont aussi les plus foibles , parce que dans chaque réflexion il y a toujours une partie des rayons qui s'éteignent ou qui se dispersent , ce qui fait que les dernières sont formées avec une moindre quantité de lumière , & qu'elles ont l'air d'être plus effacées.

XVI.
L E Ç O N.

On fait par curiosité des miroirs à plusieurs faces planes , prismatiques & pyramidaux , dont la propriété est de rassembler dans une seule image & sans interruption plusieurs objets ou plusieurs parties d'un même dessein , dispersés & séparés par des espaces vuides , ou remplis par d'autres figures qui ne se représentent point dans le miroir. Ces effets ne seront pas difficiles à expliquer pour

quiconque aura bien compris ce que j'ai dit précédemment touchant les miroirs droits. Supposons , par exemple , qu'il y ait quatre faces réfléchissantes élevées perpendiculairement autour d'une base , telle que *ABCDE*, *Fig. 12*. Il est évident que l'œil placé à une certaine distance , comme *F* , & élevé d'un pied ou environ au-dessus du plan qui porte le miroir , appercevra par les rayons réfléchis *AF*, *BF*, *CF*, *DF*, & semblables , tout ce qui sera dessiné dans les espaces *ABGH*, *BCIK*, &c. & que tout ce qui ne s'y trouvera pas renfermé ne se verra point dans le miroir , si l'œil ne se porte ni à droite ni à gauche ; ce qui donne la liberté de remplir d'objets étrangers au dessein , les espaces *HBI*, *KCL*, *MDN*, & de déguiser par ce moyen la figure dont le miroir doit représenter l'image , & dont les parties sont séparées par ces triangles.

Il en est à-peu-près de même d'un miroir pyramidal ; dont les faces sont des plans triangulaires : autant il y a de côtés à la base , *Fig. 13*.

1000 1000 1000 1000 1000

1000

autant on observe sur le carton de triangles dans lesquels on renferme toutes les parties du dessein, que le miroir doit rassembler & faire voir à l'œil, qui se place pour cela dans l'axe prolongé de la pyramide, afin de pouvoir découvrir toutes les faces réfléchissantes. Ce qui se trouve desiné dans les places *A, B, C, D*, se voit dans les parties correspondantes de la base *a, b, c, d*, & cette image ne comprend rien de tout ce qu'on peut avoir mis en *E, F, G, H*, pour interrompre le dessein & empêcher qu'on n'apperçoive les rapports que ses parties ont entr'elles.

Il est à propos d'observer que les rayons réfléchis *g G, h G, i G*, font voir les points *A B C*, *Fig. 14.* dans un ordre tout-à fait opposé à celui qu'ils ont sur le carton, comme on le peut voir par les parties correspondantes de l'image *a, b, c*; & comme c'est la même chose pour tous les triangles; on voit qu'il faut que toutes les parties de la figure qui sont renfermées dans chacun d'eux, soient placées à contre-sens, afin que l'image apperçue dans le miroir représente son objet

R ij

 XVI.
LEÇON.

au naturel : c'est encore une raison pour laquelle on a tant de peine à deviner ce que portent ces cartons , quand on les regarde sans l'aide du miroir.

Voilà les principaux effets des miroirs plans ; passons à ceux des miroirs courbes , qui sont convexes.

QUATRIEME CAS.

Si des rayons convergens dans leur incidence sont réfléchis par un miroir convexe,

V. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Dans cette expérience & dans les deux suivantes , on se sert encore du grand cercle représenté par la *Fig. 2.* Mais au lieu du miroir plan , on met en *CD* le miroir convexe , & l'on y fait tomber deux rayons convergens , de la même manière que dans la IV. Expérience.

EFFETS.

Les deux rayons réfléchis , au lieu de ne former qu'un point lumineux en se réunissant sur le châssis *B* , y

marquent deux images distinctes : ce qui montre bien clairement , que leur convergence n'est pas aussi grande qu'elle étoit avant qu'ils eussent touché le miroir.

CINQUIEME CAS.

Si des rayons qui tombent paralleles entr'eux sont réfléchis par un miroir convexe.

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Le miroir convexe restant en place , il faut opérer comme dans la II. Expérience , après avoir ôté le verre qui couvre le diaphragme en *A*.

E F F E T S.

Les deux rayons réfléchis deviennent divergens entr'eux , ce que l'on apperçoit tant par leur écartement qui augmente toujours depuis le miroir jusqu'au chassis *B* , que par la distance réciproque des images , qui est considérablement plus grande que celle des trous , par où passent les rayons en *A*.

SIXIEME CAS.

XVI.

LEÇON. *Si des rayons divergens sont réfléchis par un miroir convexe.*

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On fait diverger les rayons incidents de la même manière, & par le même moyen que dans la III. Expérience, en laissant toujours le miroir convexe en place.

EFFETS.

Après la réflexion, les deux cercles lumineux sont plus distans l'un de l'autre sur le châssis transparent, qu'ils ne le sont, lorsque le miroir étant ôté, ils arrivent directement vers *E*; ce qui montre qu'ils sont plus divergens étant réfléchis, qu'ils ne le sont dans leur incidence.

EXPLICATION.

Comme nous avons représenté le miroir plan par une ligne droite; celui des trois dernières Expériences peut être exprimé par une courbe

dont la convexité se présente aux rayons incidens: or une ligne courbe, comme je l'ai déjà dit en plusieurs endroits de cet Ouvrage, est un assemblage de lignes droites infiniment courtes & insensiblement inclinées entr'elles. Pour en raisonner d'une manière plus commode & plus facile à comprendre, faisons ces élémens d'une grandeur sensible, ainsi que leurs degrés d'inclinaison, & l'on verra bien-tôt pourquoi les rayons réfléchis par un miroir convexe, ne gardent plus entr'eux le même ordre, la même position qu'ils avoient dans le tems qu'ils venoient au miroir: car chacun d'eux faisant son angle de réflexion égal à celui de son incidence, & les parties du miroir qui se suivent immédiatement, étant plus inclinées pour un des rayons incidens que pour celui qui le devance ou qui le suit, il doit arriver le plus souvent, que les rayons réfléchis s'approchent ou s'écartent les uns des autres plus qu'auparavant; & c'est le dernier de ces deux effets qui a lieu, quand la lumière tombe

XVI. sur l'extérieur de la courbure, formée par les parties réfléchissantes :
LEÇON. ainsi les rayons parallèles ab , cd , Fig. 15. en frappant les parties d & b du miroir, & faisant les angles de réflexion ebf , & hdi , égaux à ceux d'incidence abg , & cdk , deviennent divergens & vont aboutir aux points e , h .

On voit de même en jettant les yeux sur les Fig. 16 & 17. que la même règle étant observée, les rayons qui auroient leur point de convergence en m , après la réflexion ne se réunissent plus qu'en l ; & que ceux dont la divergence seroit à peine sensible à la distance m , prennent un écartement beaucoup plus grand vers l qui désigne un pareil degré d'éloignement.

Le miroir dont nous avons fait usage dans les dernières Expériences, n'a qu'une simple courbure, & cela suffit, quand on ne considère que les rayons de lumière qui sont dans un même plan : mais il est aisé de voir que ce qui en résulte peut s'appliquer à des miroirs d'une courbure uniforme dans tous les sens,

tels que sont, par exemple, les miroirs sphériques convexes; car comme chaque faisceau de rayons cylindrique ou pyramidal coupé suivant la longueur de son axe peut fournir une infinité de plans, tous les filets de lumière qui se trouveront dans ces plans aboutiront toujours sur le miroir, dans une ligne dont on pourra dire tout ce que nous avons remarqué par rapport aux points *d*, *b*, &c. des Figures 16. & 17.

On doit donc regarder comme des faits certains, 1°. Que tous les miroirs de cette espèce, petits ou grands, diminuent pour le moins la convergence des rayons qui tendent à se réunir.

2°. Qu'ils rendent divergens ceux qui ne sont que parallèles.

3°. Qu'ils augmentent la divergence de ceux qui en avoient déjà avant que d'être réfléchis; & ces effets immédiats en occasionnent plusieurs autres qui ont rapport soit à la production de la chaleur, soit à la vision des objets; je vais en rapporter quelques-uns.

XVI.

LEÇON.

L'on employeroit inutilement les miroirs convexes pour augmenter la chaleur qui vient des rayons solaires ; car la lumière de cet astre étant naturellement presque parallèle à elle-même, bien loin de devenir convergente, comme il faudroit qu'elle le fût pour acquérir plus de force, ne peut que diverger & se raréfier, lorsqu'elle est réfléchie par de telles surfaces.

Comme les planètes qui nous renvoyent les rayons du soleil, sont sphériques, ou à-peu-près, la lumière qui nous en vient ne peut être que fort affoiblie, non-seulement parce qu'elle fait un plus long trajet en passant de sa source à ces corps célestes, & de ces corps jusqu'à notre globe, mais encore parce qu'il n'y en a qu'une partie de réfléchie vers nous, & que ce qui nous en arrive est très-raréfié, par la divergence que lui donne la sphéricité des surfaces réfléchissantes. M. Bouguer prétend, d'après des Expériences qu'il a faites avec soin, que la lumière de la pleine Lune, à sa moyen-

ne distance de la terre , est trois cens mille fois plus rare que celle du Soleil : c'est pour cela sans doute, qu'elle ne produit aucune chaleur sensible , lors même qu'on la rassemble par le moyen des miroirs. Car quand on parviendrait à la condenser autant qu'elle a été raréfiée par le corps sphérique qui nous la renvoie , ce qui seroit difficile à exécuter , elle auroit toujours bien moins de force, que quand elle vient directement du soleil à nous, à cause du grand nombre de rayons qui s'absorbent, qui se détournent ou qui s'éteignent, soit en touchant le corps qui doit les réfléchir, soit en traversant l'atmosphère terrestre.

C'est un fait certain & connu de tous les Voyageurs , que sur le sommet des hautes montagnes , la chaleur du soleil se fait beaucoup moins sentir, que dans les gorges ou dans les plaines basses ; il y fait toujours froid. Parmi les causes qui contribuent à cet effet, on peut légitimement compter la divergence des rayons de lumière considérablement augmentée par la figure arrondie du

XVI.
 L E Ç O N.
 * Tom. 4.
 pag. 334.

terrein : car , comme je l'ai déjà remarqué ailleurs , * la chaleur qu'on éprouve à la surface de la terre , vient non-seulement des rayons directs du Soleil , mais aussi des rayons réfléchis : ceux-ci , étant raréfiés ou dispersés par la manière dont ils rejailissent , l'effet total doit être moindre.

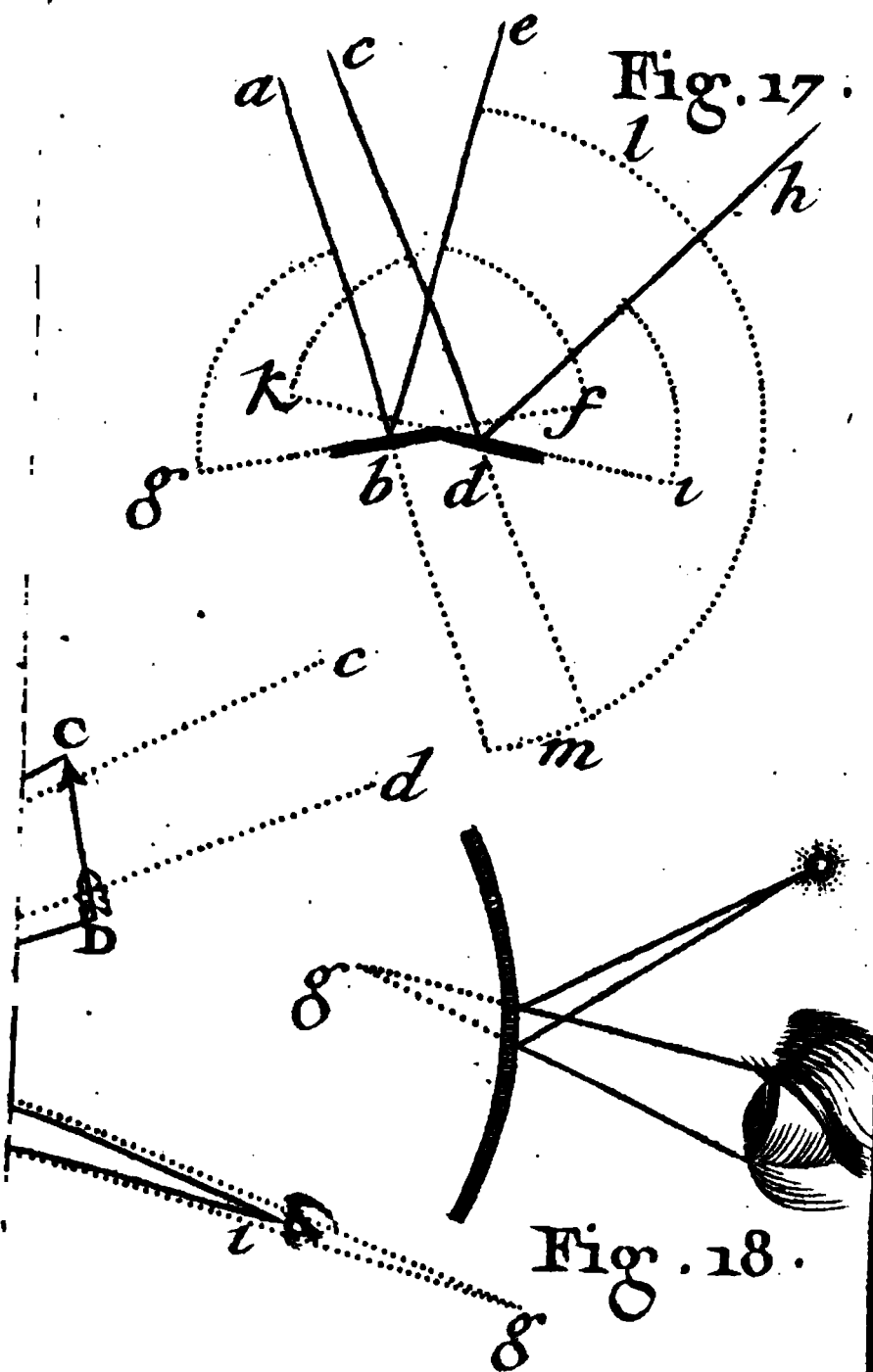
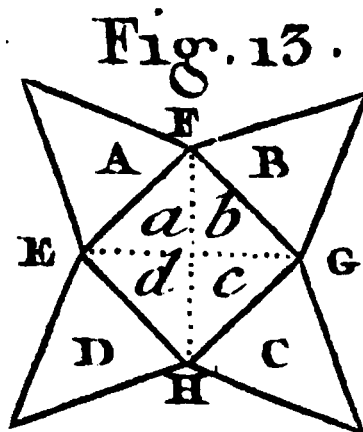
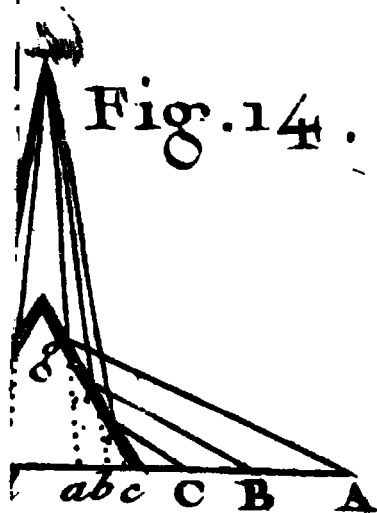
Les miroirs convexes , comme ceux qui sont plans , font toujours voir l'image derrière la surface réfléchissante & dans une situation conforme à celle de l'objet ; mais au lieu que dans ceux-ci , le point de réflexion se trouve à égales distances entre l'une & l'autre , dans ceux-là l'image est rapprochée à proportion de la convexité plus ou moins grande : cette différence vient de ce que la divergence naturelle des rayons qui partent de chaque point visible de l'objet , se trouve augmentée après la réflexion , comme nous l'avons vu par la VII. Expérience ; ce qui rapproche inmanquablement de l'œil leur point de réunion , auquel nous rapportons la partie de l'objet dont ces rayons nous tracent l'image : voyez la *Fig. 18.* & comparez-la avec la 8^e.

Un autre effet par lequel les miroirs convexes diffèrent des miroirs droits, c'est qu'ils rendent l'image toujours plus petite que son objet, & cela d'autant plus que celui-ci s'éloigne davantage de la surface réfléchissante: on en appercevra la raison si l'on considère un peu les conséquences que doit avoir la V. Expérience, par laquelle nous avons fait voir, que des rayons convergens dans leur incidence, le sont toujours moins après avoir été réfléchis par une surface convexe: car c'est pour cela que les deux rayons *Ce*, *Dd*, Fig. 19. se réunissent plus loin qu'ils n'auroient fait sans la rencontre du miroir *ab*; & par cette nouvelle disposition, ils font voir l'image sous un angle plus petit que celui sous lequel on eût vu l'objet en le regardant directement du point *f*.

Si le même objet s'éloigne davantage du miroir, les rayons incidens *ce*, *dd*, devenant par-là moins convergens, se réuniront après la réflexion encore plus loin que dans le premier cas; ce qui fera voir l'image sous l'angle *egd*, plus petit que *eid*.

XVI. Il faut remarquer que quand un
 L E Ç O N . miroir convexe diminue la conver-
 gence des rayons qu'il réfléchit, c'est
 le moindre effet qu'il puisse produi-
 re ; car il peut arriver , soit par une
 plus grande convexité du miroir ,
 soit par une moindre convergence
 des rayons qui tombent dessus , que
 ceux-ci , après la réflexion , se trou-
 vent parallèles ou même divergens ,
 & tous ceux à qui cela arrive , ne
 peuvent plus se croiser dans l'œil ,
 ni par conséquent concourir à y
 former l'image de ce que l'on cher-
 che à voir. Rendons ceci plus in-
 telligible par une figure.

Soit ab , Fig. 20. un miroir con-
 vexe faisant partie d'une sphère dont
 le centre seroit en c . Si des deux ex-
 trémités d, e , d'un objet, vous condui-
 sez des rayons divergens qui occu-
 pent les deux espaces af, bf , en faisant
 les angles de réflexion égaux à ceux
 d'incidence , vous trouverez 1°. que
 les rayons dh, ei , qui tendent au
 centre de la sphéricité, se réfléchissent
 sur eux-mêmes ; puisqu'étant comme
 des rayons prolongés de la sphère
 dont le miroir fait partie, ils ne sont ,



ni plus ni moins inclinés vers *a* ou vers *b*, que vers *f*. Ces rayons sont donc fort divergens entr'eux, & fort éloignés de se joindre en quelque endroit que ce soit. 2°. Cet effet sera encore plus remarquable dans les rayons réfléchis par les parties *ah* & *bi*, comme on peut s'en assurer par la seule inspection de la figure. 3°. L'on reconnoîtra que depuis *h* jusqu'en *k*, & dans la partie correspondante depuis *i* jusqu'en *l*, les rayons réfléchis perdent peu-à-peu cette divergence, & qu'ils deviennent enfin parallèles : ce qui ne suffit point encore pour faire entrer dans l'œil des rayons venant des deux extrémités opposées *d*, *e*, ou, ce qui est la même chose, pour faire voir l'objet en entier. 4°. Mais à compter exclusivement des points *k* & *l*, où les rayons incidens tendent en *m*, qui est le quart du diamètre de la sphéricité, la lumière réfléchie converge sur l'axe prolongé *fg* : par-tout où l'œil se trouvera placé dans cette ligne, il verra l'objet entier dans la partie *kl* du miroir, & il le verra sous des angles de plus

XVI.
LEÇON. en plus petits , à mesure qu'il s'éloignera davantage du miroir, en se plaçant successivement en n , en g , &c.

Un objet d'une certaine grandeur, & dont les dimensions sont droites, se représente dans un miroir convexe, sous une figure différente de celle qu'il a ; parce que n'ayant point toutes ses parties à égales distances de la surface réfléchissante , & chacune d'elles se représentant derrière le miroir dans un degré d'éloignement proportionnel à celui qu'elle a par sa position devant le miroir, il est de toute nécessité que l'image du point o paroisse plus près que celles des points d , e , & que cette ligne qui est droite ait l'apparence d'une courbe : un miroir convexe ne peut rendre les images conformes aux objets , que quand ceux-ci se présentent avec des surfaces parallèles à sa courbure.

Si les miroirs dont nous parlons, sont infidèles par rapport aux figures des objets qu'ils nous représentent , on peut leur reprocher encore de rendre avec peu d'exactitude les mouvemens qui se passent devant eux , & l'un est une suite nécessaire de l'autre ;

l'autre ; car un corps qui se meut devant un miroir ne fait que se présenter successivement dans différens lieux : si en passant de l'un à l'autre, il parcourt des lignes ou des surfaces qui ne soient point parallèles à la courbure du miroir, comme cela arrive le plus souvent, ce corps, par les raisons que je viens d'alléguer, aura dans le miroir des apparences successives, dont la suite ne répondra pas exactement à celle des positions qu'il aura prises réellement.

On voit par expérience la vérité de tout ce que je viens de remarquer au sujet des miroirs convexes, en arrêtant la vûe sur un bouton d'or ou d'argent bien bruni, sur une boîte de montre, &c. on y voit son visage, comme dans une miniature : on l'y voit dans sa situation naturelle, & fort près derrière la surface réfléchissante ; mais rarement le voit-on défini correctement, & les mouvemens de cette image ne répondent pas non plus bien exactement à ceux qu'on lui donne à imiter : cela vient, sans doute, des irrégularités de ces petits miroirs destinés à briller, plutôt qu'à

représenter des images; mais quand
 XVI. ils seroient taillés pour ce dernier ef-
 LEÇON. fet, ils auroient toujours dans les cas
 ordinaires les imperfections que j'ai
 remarquées ci-dessus.

Cependant, quand l'objet est loin
 du miroir, que le miroir a beaucoup
 de largeur & peu de convexité, les
 images ne se défigurent pas sensible-
 ment; le dessinateur, ou le peintre
 qui veut s'en aider, pour réduire un
 tableau du grand au petit ne laisse
 pas que d'en tirer un parti assez avan-
 tageux.

On voit dans les cabinets des cu-
 rieux certaines glaces qui sont bien
 droites, à l'extérieur, & qui font très-
 sensiblement l'effet des miroirs con-
 vexes. Assez souvent le même mor-
 ceau présente plusieurs de ces petits
 miroirs qui paroissent bombés, & qui
 font en cela une illusion dont on ne
 se défabuse que par le tact: en effet,
 la surface antérieure de la glace est
 plane dans toute son étendue; mais
 l'autre est creusée en portions de
 sphère concave, & enduite de vif
 argent & d'étain. Cet enduit métal-
 lique sur lequel se fait la plus grande

EXPÉRIMENTALE. 211
réflexion de la lumière, en s'appli-
quant dans les creux, forme des mi-
roirs convexes du côté des objets &
du spectateur, & en produit tous les
effets. Voyons maintenant ceux des
miroirs concaves.

XVI.

LEÇON.

SEPTIEME CAS.

*Si des rayons paralleles sont réfléchis par
un miroir concave.*

VIII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Cette Expérience doit se préparer
comme la seconde ; excepté qu'au
lieu du miroir plan, on met en *C D*
celui qui est concave, *Fig. 2.*

EFFETS.

Les deux rayons, après avoir touché
le miroir, deviennent convergens
entr'eux, & ne font plus qu'une très-
petite image lumineuse, sur le papier
du châssis *B.*



HUITIEME CAS.

XVI.

LEÇON. *Si des rayons convergens entr'eux sont réfléchis par un miroir concave.*

IX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Laissez l'appareil tel qu'il étoit dans la dernière Expérience, & ajoutez sur le diaphragme en *A*, le verre lenticulaire de la IV^e.

EFFETS.

Les deux rayons incidens dont le point de convergence est en *E*, (ce qu'on peut aisément reconnoître, en ôtant le miroir pour les laisser passer) se réunissent après la réflexion, & se croisent dans l'espace qui est entre le miroir & le châssis *B*; c'est-à-dire, que leur convergence est augmentée considérablement.

NEUVIEME CAS.

Si des rayons divergens dans leur incidence sont réfléchis par un miroir concave.

X. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répétez tout ce qui a été fait dans

la seconde Expérience, en employant toujours le miroir concave, au lieu du miroir droit.

XVI.
LEÇON.

E F F E T S.

Les deux rayons réfléchis marquent sur le châssis *B*, deux images bien plus rapprochées l'une de l'autre, qu'elles ne l'étoient sur le même châssis abaissé en *E*, lorsqu'en ôtant le miroir, on y laissoit aller les deux rayons incidens : ce qui montre que la réflexion causée par le miroir a beaucoup diminué la divergence qu'avoient les rayons avant que d'y arriver.

De ces dernières Expériences il résulte trois vérités fondamentales. 1°. Que par la réflexion qui se fait de la lumière sur les miroirs concaves, les rayons convergens dans leur incidence le deviennent davantage.

2°. Que les rayons paralleles sont rendus convergens.

3°. Que ceux qui tombent divergens le deviennent moins, & qu'ils peuvent devenir paralleles, ou convergens.

EXPLICATION.

Après ce que j'ai dit * pour expli- * Pag 199.

XVI.
L E Ç O N.

quer les effets des miroirs convexes , nous devons regarder les élémens des concaves comme de petites faces planes , inclinées les unes vers les autres , de même que les lignes $a c$, $b c$, *Fig. 21.* Les rayons qui tombent dessus , faisant sur chacune d'elles des angles de réflexion égaux à ceux de leur incidence , doivent de toute nécessité se rapprocher l'un de l'autre : voilà pourquoi , dans la VIII. Expérience , les rayons réfléchis sont devenus convergens de paralleles qu'ils étoient. Le parallélisme est comme le point de partage entre la convergence & la divergence , pour le peu que les rayons sortent de cette espèce d'équilibre , en s'inclinant les uns vers les autres , il faut nécessairement qu'ils commencent à converger vers un point de réunion.

L'effet essentiel & immanquable du miroir concave étant donc de rapprocher les uns des autres les rayons de lumière qu'il réfléchit , on voit tout d'un coup , & sans autre explication , pourquoi les rayons de la IX. Expérience sont devenus plus convergens qu'ils n'étoient , & comment ceux de

la X^e ont perdu une partie de leur divergence.

XVI.

LEÇON.

Mais puisque ces effets dépendent principalement de l'inclinaison respective des parties du miroir, plus la courbure sera grande, plus on doit s'attendre qu'il condensera la lumière, ou qu'il la rassemblera dans un plus petit espace; & comme la réflexion a toujours un rapport constant avec l'incidence, il est certain que les rayons réfléchis par un miroir concave d'une courbure déterminée se rassemblent d'autant plus, qu'ils en étoient moins éloignés, ou qu'ils y étoient plus disposés en arrivant à la surface réfléchissante : ainsi toutes choses égales d'ailleurs, les rayons qui convergent le plus avant que de toucher le miroir, sont ceux qui se réunissent le plus près de lui après l'avoir touché; & ceux qui divergent le moins dans leur incidence, sont les plus propres à devenir parallèles ou convergens, par la réflexion.

Quand un miroir concave rend les rayons convergens, l'endroit où ils se rassemblent s'appelle *foyer*; & suivant ma dernière remarque, ce foyer

n'est pas le même pour toutes sortes de rayons incidens.

Si les rayons tombent parallèles, comme ab, de , Fig. 22. sur un miroir sphérique concave, en observant que les angles de réflexion soient égaux à ceux d'incidence, on trouve qu'ils se rassemblent dans un petit espace (a) en F ; c'est-à-dire, à une distance du miroir, qui est le quart du diamètre de sa sphéricité.

Des rayons qui tomberoient convergens, comme fg, hi , sur le même miroir, auroient leur foyer plus près, en K , par exemple; & tels qui seroient divergens, comme lm, no , avant d'être réfléchis, auroient leur point de convergence en P ; c'est-à-dire, plus loin du miroir, que le foyer des rayons parallèles.

APPLICATIONS.

La Physique considère dans l'usage des miroirs concaves deux sortes

(a) Je dis dans un petit espace, & non dans un point, parce que la courbure sphérique n'est pas celle qu'il faudroit, pour faire coïncider exactement tous les rayons réfléchis; cela n'arrive qu'à ceux qui sont le plus près de l'axe du miroir.

d'effets.

d'effets. Les uns consistent à rassembler dans un petit espace des rayons de feu ou de lumière , au point d'échauffer considérablement, de brûler, de fondre , de calciner les corps les plus compacts & les plus durs : les autres concernent les apparences des objets que ces miroirs nous représentent. J'ai déjà parlé des premiers , & je crois avoir dit sur cela ce qu'il y a de plus essentiel à sçavoir , en traitant des différentes manières d'exciter le feu , dans la XIII^e Leçon : j'ajouterai seulement ici un fait qui est très-curieux & très-propre à confirmer ce que j'ai prouvé dans les dernières Expériences.

Si l'on élève verticalement & parallèlement entr'eux , deux miroirs sphériques concaves de 15 à 18 pouces de diamètre , & d'une telle courbure , que le point de réunion des rayons qui tombent parallèles , soit à 12 ou 15 pouces de la surface réfléchissante , un charbon bien ardent , placé au foyer de l'un de ces miroirs , allume de l'amadou ou de la poudre à canon au foyer de l'autre , y eût-il 25 ou 30 pieds de distance entre les deux.

XVI. Cette belle Expérience n'exige pas des miroirs bien parfaits: M. Varignon qui tenoit cette Expérience des Jésuites de Prague, & de qui nous l'avons reçue, n'employoit pour cela que des miroirs de bois dorés (a). Je la répète depuis 30 ans avec des cartons argentés & brunis de 18 pouces de diamètre, & dont la surface concave fait partie d'une sphère creuse de 2 pieds de rayon. Je me suis apperçu cependant qu'un enduit de feuilles d'or est préférable à celui d'argent, non-seulement parce qu'il se conserve mieux, mais aussi parce qu'il réfléchit plus puissamment les rayons de feu.

Mais ce qu'il y a d'essentiel à ob-

(a) Le Pere Zahn dans son *Oculus artificialis*, p. 753. dit qu'un homme digne de foi lui avoit dit avoir vu à Vienne deux miroirs sphériques concaves qui faisoient cet effet étant placés à 20 pieds de distance l'un de l'autre. Le P. Cavalier dans son traité *delle fetteione coniche*, cap. 27. dit qu'il a mis des charbons ardents au foyer d'un miroir sphérique de plomb, & que les rayons s'étant réfléchis parallèlement, il les avoit réunis ensuite avec un miroir concave formé en cône parabolique tronqué de façon, que le foyer se trouvoit derrière le miroir dans la partie tronquée, & que par ce moyen il avoit mis le feu à des matières combustibles.

server pour le succès de l'Expérience, c'est qu'il faut exciter par un souffle égal le charbon du côté qui regarde le miroir dont il occupe le foyer ; & pour cela M. Dufay se servoit très-ingénieusement de la vapeur dilatée d'un éolypike dont le col étoit un peu plus long que d'ordinaire, afin que le corps du vaisseau & le réchaud sur lequel il étoit posé, étant plus bas que le bord inférieur du miroir, n'empêchassent point les rayons de feu de parvenir à cette partie de la surface réfléchissante. Au lieu de cela je me sers assez commodément d'un soufflet à double ame, dont je fais entrer le bout dans un tuyau de fer-blanc qui est fixé dans un trou pratiqué au centre de mon miroir, & qui va aboutir à deux pouces du charbon. Je dois dire encore qu'il est plus aisé de réussir dans l'obscurité qu'en plein jour ; & qu'il est bon qu'il y ait une personne à chaque miroir, l'une pour exciter le feu bien également & sans interruption, l'autre pour tenir le corps combustible dans le vrai foyer au moment où il paroît le plus ardent.

Après ce que j'ai dit dans la der-

 XVI.
 LEÇON.

nière explication touchant la manière dont se forment les foyers des miroirs concaves, l'explication du fait que je viens de rapporter se présente d'elle-même ; car puisque les rayons parallèles ab, de , *Fig. 22.* deviennent convergens en F , en vertu des angles de réflexion égaux à ceux d'incidence, réciproquement & par la même raison, tous les rayons qui comme Fb, Fe , viennent au miroir d'un point radieux placé en F , doivent se réfléchir parallèlement entr'eux ; & c'est ce qui arrive à ceux du charbon ardent.

Ensuite , quand ce faisceau de rayons parallèles vient à rencontrer un semblable miroir, il est réfléchi une seconde fois , & tous les filets qui le composent devenus convergens , se rassemblent dans le petit espace où est placée l'amadou , & y font naître une chaleur capable de l'allumer.

En supposant que le charbon soit placé bien exactement au foyer du premier miroir , & que par-là les rayons réfléchis soient bien parallèles , cette Expérience pourroit réussir à des distances beaucoup plus

grandes que celles de 25 ou 30 pieds; puisque le second miroir, à quelque éloignement qu'on le mit, recevrait toujours la même quantité de rayons qui seroient renvoyés par le premier; mais la masse d'air qui se trouve interposée, y cause nécessairement un déchet, & par cette raison les miroirs ne peuvent être écartés l'un de l'autre que d'une certaine quantité, qui doit varier selon la beauté & la grandeur des miroirs, la quantité & l'activité du feu qu'on emploie, l'état actuel de l'atmosphère, &c. M. Dufay avec des miroirs de plâtre dorés de 20 pouces de diamètre, enflammoit de l'amadou à 50 pieds de distance.

Les miroirs plans, & ceux qui sont convexes, nous font toujours voir l'image de l'objet derrière la surface réfléchissante; c'est-à-dire, qu'ils se trouvent entre cette image & l'œil du spectateur: il n'en est pas de même des miroirs concaves; ils ne produisent cet effet que dans certains cas, lorsque l'objet est placé devant eux, à une distance qui n'égale point le quart du diamètre de leur sphéricité; c'est-à-dire, plus près que le point

XVI.

LEÇON

F, Fig. 23. dans les autres cas l'image sort, pour ainsi dire, du miroir, & s'avance plus ou moins, suivant l'éloignement de l'objet à la surface réfléchissante.

XVI. Pour bien entendre ceci, & ce qui suivra, il est à propos de se rappeler deux principes qui ont été établis dans l'article précédent : sçavoir, 1°. que chaque point éclairé d'un objet nous devient visible par un faisceau de rayons divergens, par une pyramide de lumière, dont la base est égale à l'ouverture de la prunelle de l'œil; de sorte que si les filets ou rayons qui forment cette pyramide, par quelque cause que ce puisse être, au lieu de divergens qu'ils sont naturellement, se présentent, ou parallèles, ou convergens, nous cessons de voir distinctement le point éclairé d'où ils procèdent (a). J'en dirai les raisons, lorsque j'expliquerai les parties de l'œil & leurs fonctions : 2°. que nous ne sçaurions voir un objet entier, à moins que des extrémités op-

(a) Ceci doit s'entendre des vûes ordinaires, & non pas de celles des presbytes dont il sera parlé dans la suite.

posées de ses dimensions il ne se fasse vers l'œil un concours de ces fais- XVI.
ceaux ou pyramides dont je viens de L'ESPOIR
parler. Quand il arrive, par quelque
moyen que ce soit, que ces rayons
perdent cette tendance commune
qu'ils ont vers l'œil, jusqu'au point de
devenir seulement parallèles entr'eux,
la vision alors ne peut plus se faire que
très-imparfaitement.

Cela posé, si l'on considère main-
tenant que le foyer des rayons paral-
leles est en F , & qu'il faut par consé-
quent que le point radioux A se trou-
ve plus près du miroir, pour que les
rayons réfléchis vers l'œil conservent
ce degré de divergence dont je viens
de rappeler la nécessité, on sentira
tout-d'un-coup, comment il tient à
cette dernière condition que nous
n'appercevions l'image derrière le mi-
roir, puisque c'est par elle que les
rayons réfléchis ont derrière la surface
réfléchissante un point de réunion a ,
où nous rapportons le point radioux
ou visible de l'objet.

Et comme par les grandeurs res-
pectives du miroir & de l'objet, il ar-
rive que l'œil placé en certains en-

droits ne peut plus recevoir en même tems des rayons de tous les points éclairés, cela fait quelquefois que l'objet ne nous est pas représenté en entier.

Lorsque le point radieux est entre le quart & la moitié du diamètre de la sphéricité du miroir entre F & C , les rayons réfléchis bE , dE , deviennent convergens & se croisent, plus loin que le point C , en E , par exemple, ou plus loin, en s'écartant du miroir, si le point radieux s'approche davantage du point F , comme je l'ai observé dans l'explication des dernières Expériences. Or l'image se peint par-tout où ces rayons se réunissent, & cela se peut prouver par le fait; il n'y a qu'à la recevoir sur un carton blanc exposé à cette distance.

Mais si l'on veut recevoir cette image immédiatement dans l'œil, ce n'est point en E qu'il le faut placer, c'est au-delà, à telle distance où les rayons croisés aient repris le degré de divergence nécessaire; c'est pour cela qu'une personne qui essaye de voir l'image de sa main entre elle & le miroir concave, ne l'apperçoit

bien distinctement, qu'en écartant ~~beaucoup~~ beaucoup sa tête de l'endroit où se fait la représentation, dans le cas où l'objet & son image se touchent. En pareilles circonstances, l'Expérience réussit mieux avec une épée nue qu'on porte en avant; & c'est encore par la même raison.

Toutes les fois que nous voyons ainsi l'image en deçà du miroir, elle est renversée; parce que les faisceaux de rayons qui partent des parties opposées de l'objet, ne peuvent plus converger à l'œil, qu'après s'être croisés entre l'objet & le miroir: c'est-à-dire, que d'un nombre infini de pareilles pyramides de lumière qui procedent, par exemple, des points *A* & *B*, Fig. 24. & dont les unes se croisent à différentes distances, & d'autres ne se croisent point, l'œil, dans le cas dont il s'agit, ne peut plus recevoir en même-tems que de celles qui ont souffert cette croisure: or la pyramide incidente *AE*, portant après la réflexion l'image du point *A* en *a*, où se réunissent ses propres rayons, & la pyramide *BG*, par une conséquence nécessaire, per-

~~gnant B en b~~ gnant B en b, l'image se trouve à contre-sens de l'objet, & l'œil placé au-delà, en la recevant, la voit dans cette situation.

XVI. Soit que l'œil reçoive cette image par les rayons directs $a H$, $b H$, soit que placé du côté du miroir, il l'aperçoive par réflexion sur un carton blanc, dans ce dernier cas comme dans le premier, elle est toujours renversée, parce que les rayons réfléchis du carton à l'œil ne se croisent point en chemin.

Nous avons remarqué précédemment, que le miroir convexe fait voir l'image plus petite, & plus près qu'elle ne paroît par un miroir plan : le miroir concave diffère aussi de ce dernier, mais par des effets tout opposés ; car lorsque l'image est vüe derrière la surface réfléchissante, elle en paroît plus éloignée que l'objet ne l'est par devant, & nous la voyons toujours amplifiée. La première de ces deux apparences, vient de ce que les rayons qui partent de chaque point de l'objet, perdent une partie de leur divergence par la réflexion du miroir, comme on le peut

Fig. 21.

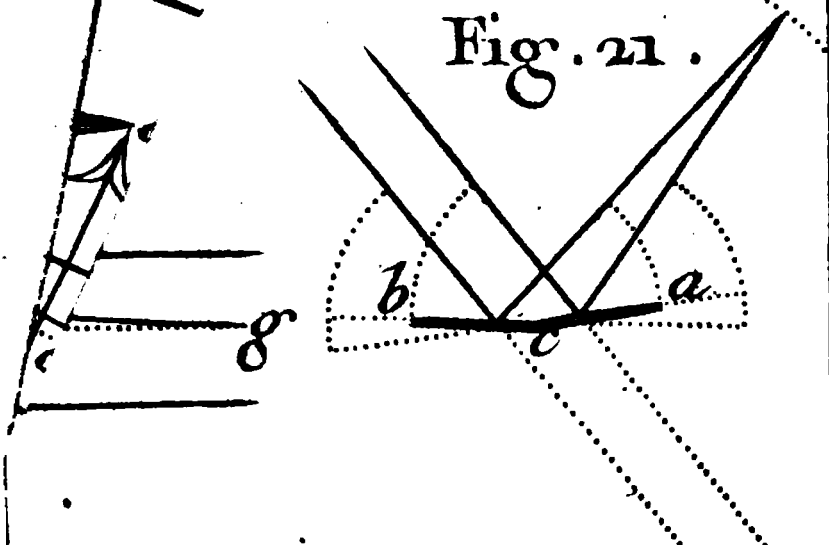


Fig. 22.

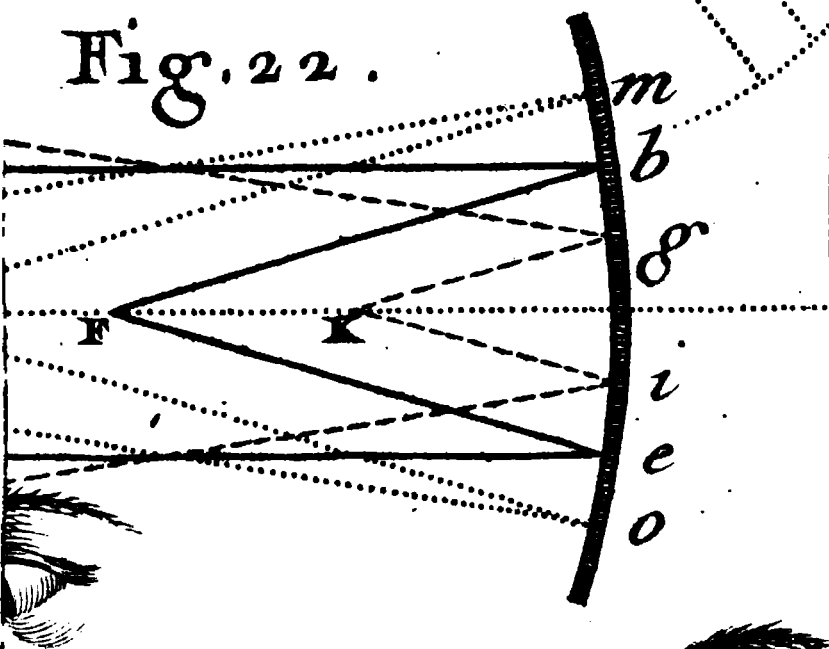


Fig. 23.

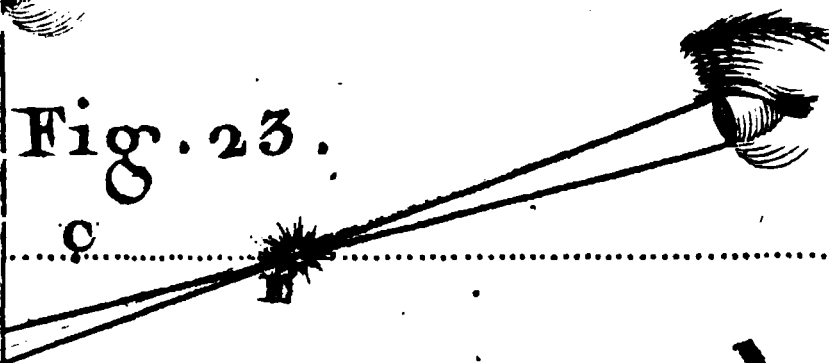
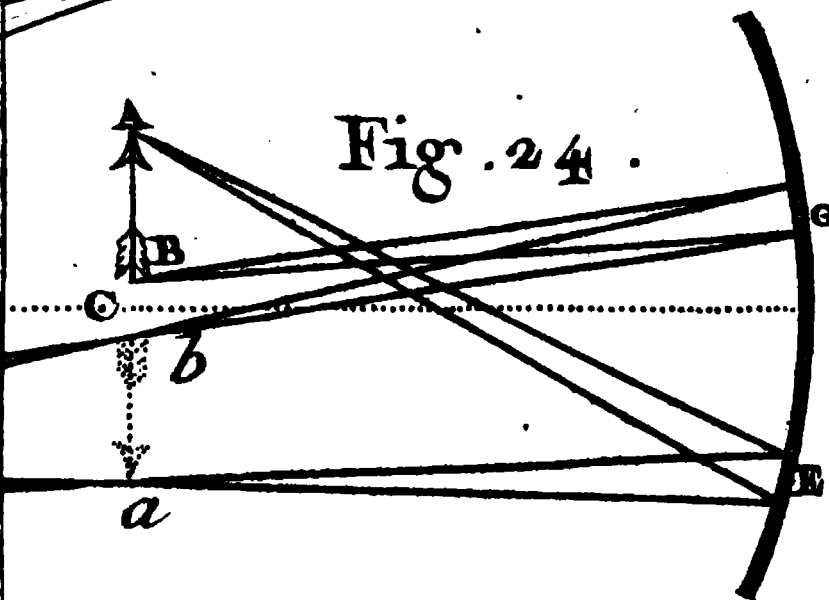


Fig. 24.



voir en comparant l'écartement que ~~les~~ les rayons auroient à la distance d , XV
Fig. 25, s'ils n'avoient pas rencontré L 19
 le miroir, avec celui qu'ils ont dans
 l'œil après la réflexion : ce qui fait
 que leur point de réunion a , où est
 l'image du point A , se trouve der-
 rière la surface réfléchissante, bien
 plus éloigné que l'objet ne l'est
 par-devant, & il en est de même de
 tous les autres points à proportion ;
 ce qui rend la situation de l'image
 conforme à celle du corps qu'elle
 représente.

Quant à la grandeur de l'image
 elle est augmentée, parce que, com-
 me je l'ai observé plus haut, & prou-
 vé par la IX. Expérience, des rayons
 qui sont un peu convergens dans leur
 incidence, le deviennent davantage
 étant réfléchis par un miroir conca-
 ve ; ainsi les axes des deux pyrami-
 des Ae , Bf , lesquels par leur conver-
 gence naturelle tendent à se réunir
 en d , & feroient voir directement
 l'objet sous l'angle $A d B$, représen-
 tent son image sous l'angle $a D b$, qui
 est beaucoup plus grand, à cause de
 leur réflexion par le miroir conca-

XVI. ve, laquelle rapproche de beaucoup leur point de convergence.

LEÇON. Un miroir concave, qui a peu de courbure, rend assez fidèlement la figure d'un petit objet; mais il n'en est pas de même s'il est bien creux relativement à son diamètre, ou que l'objet soit grand. Car pour l'ordinaire, les dimensions de celui-ci n'étant point parallèles à la surface réfléchissante, & les points visibles se représentant à des distances proportionnées au degré d'éloignement qu'ils ont devant le miroir, il est de toute nécessité, que l'image qui résulte de toutes ces représentations particulières, fasse voir dans des lignes courbes, ce qui se présente au miroir dans des lignes droites, ou, ce qui est la même chose, que la figure apparente ne soit pas conforme à la figure réelle de l'objet.

On fait des miroirs concaves de verre comme on en fait de convexes, en prenant un morceau de glace un peu épais, dont on laisse une des faces droite, & qu'on travaille de l'autre côté pour la rendre convexe; on étame ensuite cette dernière surface,

en y appliquant une feuille d'étain XV
 ayivée de mercure, comme on fait L. 1. §
 aux glaces ordinaires ; cet enduit pre-
 nant une forme concave du côté du
 verre qui le reçoit, a toutes les pro-
 priétés des miroirs dont je viens de
 parler en dernier lieu ; à cela près,
 que l'épaisseur du verre étant fort
 grande au milieu & bien moindre
 dans les autres endroits, cause du dé-
 chet à la lumière & quelques irré-
 gularités dans ses mouvemens.

On en fait de plus réguliers & de
 plus grands avec des morceaux de
 glaces arrondis circulairement, aux-
 quels on fait prendre une forme con-
 venable, en les mettant à plat sur un
 moule sphériquement concave, dans
 un four fait exprès, & que l'on chauffe
 jusqu'à ce que la glace amollie se soit
 exactement appliquée au creux pré-
 paré dessous pour la recevoir. Cet
 art a commencé en Angleterre : on
 me fit voir à Londres il y a trente ans,
 des glaces courbées de cette maniè-
 re, qui avoient deux pieds de dia-
 mètre ; peu de temps après, on m'en
 fit de pareilles à notre Manufacture

XVI.
LEÇON. de saint Gobin (a) : on en courbe à présent de plus grandes, tant en Angleterre qu'en France. M. de Buffon en montra une il y a quelque tems à l'Académie des Sciences, dont le diamètre étoit de trois pieds, & qui avoit été préparée au Jardin Royal.

Ce qu'il y a de plus difficile dans la construction de ces miroirs concaves que l'on fait avec des glaces, sur-tout, lorsqu'ils sont grands & d'une courbure un peu forte, c'est de mettre au teint la surface convexe, de manière qu'il n'y ait point de taches, ni de fautes considérables : ce n'est point ici le lieu d'entrer sur cela dans une explication détaillée : je dirai seulement en gros, comment s'y prennent les ouvriers Anglois, qui ont bien voulu m'en faire confidence ; car c'en étoit une alors.

On prend un grand morceau de treillis fort ou doublé autant qu'il

(a) Ces glaces furent courbées alors par M. de Bernieres, Contrôleur de la Manufacture : depuis ce tems-là, M. Romilly, qui a été Directeur de la même Manufacture, en a courbé de plus grandes.

en est besoin ; on l'arrondit & l'on ~~en~~ XVI.
 en forme un grand cercle , qui doit L E Ç O N.
 avoir environ deux fois autant de
 diamètre que la glace qu'on veut éta-
 mer ; on fait tout autour un fort our-
 let , & l'on y attache de deux pou-
 ces en deux pouces des cordons , par
 le moyen desquels on le tend mé-
 diocrement dans un châssis circu-
 laire ou seulement octogone , placé
 horizontalement & soutenu à la hau-
 teur ordinaire d'une table ; on étend
 sur ce treillis la feuille d'étain que
 l'on avive de mercure suivant la pra-
 tique usitée , & l'on pose dessus le
 côté convexe de la glace , laquelle
 faisant plier par son propre poids , ou
 par celui qu'on y ajoute , la toile &
 l'enduit dont elle est couverte , s'y
 applique exactement , & de manière
 que l'air & ce qu'il y a de mercure
 de trop remonte de soi-même vers
 les bords à mesure que la glace s'en-
 fonce (a).

(a) Depuis plusieurs années M. de Bernières
 cité ci-dessus , met au teint toutes sortes de mi-
 roirs & de glaces , sans distinction de gran-
 deur ni de figure , par le moyen d'un amalgame
 dont il s'est réservé le secret , en le déposant
 néanmoins au Greffe de l'Académie Royale

XVI. Ces miroirs ont sur ceux de métal deux avantages considérables ; ils réfléchissent plus de rayons de lumière & sont par-là capables de plus grands effets, tant pour former des foyers brûlans, que pour rendre vivement les images des objets : en second lieu, ils conservent mieux leur poli & le brillant de leur surface, ce qui n'oblige point à des réparations qui peuvent à la longue altérer la figure du miroir & la rendre irrégulière. Cette dernière considération avoit déterminé Newton à construire avec du verre les miroirs de son télescope de réflexion ; mais quelque peine qu'il prît pour en trouver & pour en faire goûter les moyens, les ouvriers ont trouvé tant de difficultés dans l'exécution, qu'ils y ont renoncé : toute leur application aujourd'hui est d'employer un métal assez ferré pour recevoir un beau poli, & tellement composé, que sa surface bien travaillée, ne se ternisse qu'au bout d'un tems fort long.

des Sciences, afin que cette belle découverte ne courre point le risque d'être perdue, s'il mourroit avant que de la révéler au public.

Les

Les grands miroirs de métal ont aussi sur ceux de verre quelques raisons de préférence ; ils sont moins casuels , & comme les deux surfaces peuvent se polir également, la même pièce fournit deux miroirs, l'un concave, l'autre convexe de la même grandeur.

XVI.
LEÇON.

Quand il ne s'agit que de rassembler les rayons solaires dans un petit espace, pour y faire naître un degré de chaleur très-considérable, on peut former des miroirs concaves avec plusieurs petits miroirs plans ajustés dans un châssis & inclinés entr'eux d'une manière convenable, comme je l'ai fait connoître dans la XIII^e Leçon : mais pour les effets d'optique dont nous avons fait mention en dernier lieu, il faut absolument une concavité égale & uniforme, que les parties qui la composent soient des facettes si petites, que l'œil ne puisse distinguer l'étendue de chacune d'elles, & que de l'une à l'autre l'inclinaison soit absolument insensible. Sans ces conditions, au lieu d'une seule image, il s'en forme autant qu'il y a de petits miroirs plans; ou

si chacun d'eux n'est point assez grand pour représenter l'image en entier, il se fait autant d'images tronquées, qu'il y a de pièces au miroir.

En regardant le creux d'une cuiller neuve, l'intérieur d'une boîte de montre ou de quelque vaisseau de métal, dont la surface soit propre à réfléchir beaucoup de lumière, si l'on apperçoit son visage renversé ou quelque autre des effets qui ont rapport à nos trois dernières Expériences; c'est que toutes ces surfaces réfléchissantes sont autant de miroirs concaves, irréguliers pour la plupart, mais qui ne laissent pas que de faire en gros, ce qu'une courbure plus conforme aux règles, produiroit avec exactitude.

R E M A R Q U E S

Sur les miroirs mixtes.

J'appelle *miroir mixte*, celui qui est droit dans un sens & courbe dans l'autre, soit que la courbure se présente par la convexité ou par la concavité: tels sont les miroirs coniques & ceux qui sont des parties de cylindres coupés parallèlement à l'axe.

Ce sont des instrumens de pure curiosité, par le moyen desquels on forme des images qui rappellent à l'esprit un objet qu'on est surpris de ne pas trouver devant le miroir, ou par lesquels on rend méconnoissable dans sa représentation, un objet connu qui s'y trouve exposé. Tout le monde connoît ces cartons peints, sur lesquels on voit des figures qu'on a peine à deviner, & qui se reconnoissent, tout-d'un-coup & avec surprise quand on y applique le miroir qui leur convient; on sçait aussi, qu'en regardant son visage dans ces sortes de miroirs, on apperçoit ses traits dans un désordre fort étrange.

Pour se rendre raison de ces effets & de quelques autres que nous remarquerons encore, il faut considérer, que ces miroirs étant droits dans une de leurs dimensions, dans leur hauteur, par exemple, tout ce qui s'y passe de bas en haut, doit être tout-à-fait conforme à ce que nous avons enseigné, touchant les miroirs plans, que nous avons toujours représentés par des lignes droites. Ensuite, on doit faire attention,

que toutes ces lignes droites qu'on peut concevoir de bas en haut, n'étant pas rangées dans un même plan, mais formant une surface courbe dans sa largeur, tout ce qui se passe à l'égard de cette dernière dimension, doit s'expliquer comme les effets des miroirs concaves ou convexes, que nous avons représentés par des lignes circulaires.

Supposons donc premièrement, que *FG*, *Fig. 26.* soit le miroir cylindrique considéré suivant sa hauteur seulement, & que *AE*, soit un objet divisé en plusieurs parties selon sa longueur : puisque *FG*, est un miroir droit, ou qu'on doit le regarder comme tel, les points *a, b, c, d, e*, de l'image, doivent être à pareilles distances les unes des autres, comme *A, B, C, D, E*, le sont dans l'objet, pour les raisons que j'ai alléguées page 183, & que j'ai fait entendre par les *Fig. 7, 8, & 9*; c'est-à-dire, que ce que l'on voit dans un miroir cylindrique convexe ne change point de figure dans sa hauteur, ou pour parler plus exactement, dans celle de ses dimensions, qui se pré-

fente perpendiculairement à la surface du miroir considérée de bas en haut. XVI.
L e g o u

Secondement, si l'on considère ce qui se passe dans la largeur *qty* du miroir, *Fig. 27*, on doit penser que les rayons incidens *Aq*, *Lr*, *Ms*, *Nt*, &c. étant réfléchis vers *Z* où est l'œil, font voir les parties du dessein *A*, *L*, *M*, *N*, &c. dans l'espace *af*, & qu'il doit arriver la même chose à tous les points visibles qui seront dans les autres lignes concentriques à la surface du miroir, *BQG*, *CRH*, &c. d'où il est aisé de comprendre, que si ces parties ainsi rassemblées représentent au naturel l'objet dont elles forment l'image, il faut nécessairement que dans le dessein, elles soient étendues de manière à rendre ce même objet méconnoissable, telle est une figure humaine qui ayant de la tête aux pieds la longueur *NS*, occupe en largeur l'espace *LNP*, ou quelque chose de plus.

Par une conséquence nécessaire, une figure bien proportionnée qui se présente devant un tel miroir, doit

~~produire~~ produire une image tout-à-fait dif-

XVI. forme, puisqu'il est indispensable que
 1. 50 n. l'une de ses dimensions se représen-
 te dans un espace beaucoup plus pe-
 tit, que celui qu'elle occupe dans
 l'objet. Voilà pourquoi l'on se voit
 un visage écrasé avec une bouche
 extrêmement grande, quand on tient
 l'axe du miroir cylindrique parallé-
 lement à la position des deux yeux.

Si FG , Fig. 26. étoit un miroir
 plan d'une largeur sensible, tous les
 points A, B, C, D, E , seroient vus
 infailliblement dans la ligne ae , c'est-
 à-dire, dans une position horizon-
 tale; le miroir étant élevé, comme
 on le suppose, verticalement : avec le
 miroir cylindrique, ce qui est des-
 siné par le carton placé horizonta-
 lement, paroît élevé à-peu près com-
 me eg ; cela vient de ce que les py-
 ramides de lumière qui arrivent des
 parties A, B, C, D , &c. du dessin
 au miroir, y touchent non pas un seul
 point comme nous l'avons supposé,
 en ne faisant attention qu'aux axes
 de ces pyramides, mais un espace
 sensible qui doit être considéré com-
 me un petit miroir convexe, puis-

qu'il est courbe suivant sa largeur. Or, tout miroir convexe, comme je l'ai fait voir, rapproche les images vers l'œil, en augmentant la divergence des rayons qui forment les pyramides de lumière; ainsi le point *A* au lieu d'être vu en *a*, paroît en *g*, & ainsi des autres.

XVI.
L E Ç O N

On peut encore remarquer dans l'usage du miroir cylindrique, que la dimension *ac* de l'image augmente, à mesure que l'œil s'élève davantage au-dessus du carton sur lequel est dessinée la figure; c'est qu'alors l'angle visuel devient moins aigu, comme on le peut voir en supposant l'œil placé en *K*: & l'on sçait par ce que j'ai enseigné ailleurs, que la grandeur apparente de tout ce que nous voyons, se règle naturellement sur l'ouverture plus ou moins grande des angles visuels.

Le miroir conique est encore une combinaison du miroir droit avec le convexe: mais il s'y joint des circonstances qui rendent les effets très-différens de ceux du cylindre. Premièrement, comme toutes les lignes droites de la surface réfléchissante

~~_____~~ sont inclinées entr'elles, & qu'el-

XVI. les ont un point commun de réu-
 L E Ç O N. nion au-dessus du plan qui porte la
 figure dessinée; le miroir placé au
 centre d'un carton circulaire, en peut
 faire voir toute l'étendue à quicon-
 que met l'œil directement & à une
 distance convenable au-dessus de la
 pointe du cône; car les rayons qui
 partent des points *A, B, C*, Fig. 28,
 après avoir touché le miroir en *g, h, i*,
 se réfléchissent vers le spectateur, &
 lui font voir les parties du dessein
 dans la base du cône. La même chose
 se passe dans la partie opposée à l'é-
 gard des points *D, E, F*; de sorte
 que tout ce qui est tracé dans un
 espace circulaire dont on ne voit
 ici que la moitié *ACGHFD*, se
 représente dans le cercle dont le
 diamètre est *cf*.

L'image par conséquent est beau-
 coup plus petite que l'objet, & bien
 plus près de l'œil qu'elle ne seroit,
 si le miroir étoit purement droit.
 La surface du miroir conique étant
 comme celle du cylindre, compo-
 sée dans son pourtour de lignes cir-
 culaires parallèles à la base, chaque
 endroit

endroit sur lequel tombe un faisceau de rayons , le modifie comme un miroir convexe , dont la propriété est de diminuer la grandeur des images , & de les approcher de l'œil : & parce que deux miroirs plans inclinés l'un vers l'autre , comme les deux lignes cg , fg , feroient voir a , b , c , & d , e , f , dans un ordre directement opposé à celui des parties A , B , C , D , E , F , de l'objet représenté , quand on regarde sur la pointe d'un miroir conique , on doit s'attendre de trouver au centre de l'image ce qui est dessiné dans la circonférence extérieure AHD du carton , & les extrémités de cette même image composée des parties C , G , F , &c.

Mais ce que cette espèce de miroir a de particulier , c'est que sa courbure va toujours en augmentant , depuis la base jusqu'au sommet ; & c'est une seconde circonstance qui mérite attention , parce qu'elle contribue plus que toute autre à rendre l'image différente de l'objet qui l'a fait naître. Les parties du dessin se représentant à contre-sens dans le miroir , celles qui sont les plus éloignées l'une de l'autre sur

le carton sont les plus rapprochées dans la représentation : en un mot ,

XVI. tout ce que porte le cercle AHD , &c. se rassemble , pour ainsi dire , dans un point ; BIE , &c. est moins resserré , & CGF , &c. occupe la circonférence extérieure de l'image : on voit par-là , que si les parties de cette image se montrent dans un ordre , & avec des distances convenables , pour représenter un objet connu , il faut qu'elles aient dans le dessein des positions contraires , & des disproportions de grandeur , d'où il résulte un tout qu'on ne reconnoît point ; & cet effet du miroir , qui rend à l'image ce que le dessein n'a pas , vient de ce que les parties les plus écartées A, H, D , tombent sur une zône du miroir où la courbure est la plus forte , & qui faisant l'office d'un miroir très-convexe , les resserre plus que les autres. Les décroissemens de cette courbure , depuis la pointe jusqu'à la base du cône , étant dans un rapport convenable avec la diminution des cercles concentriques , sur lesquels les différentes parties du dessein se trouvent placées , il arrive de-là que ces mêmes

Fig. 25.

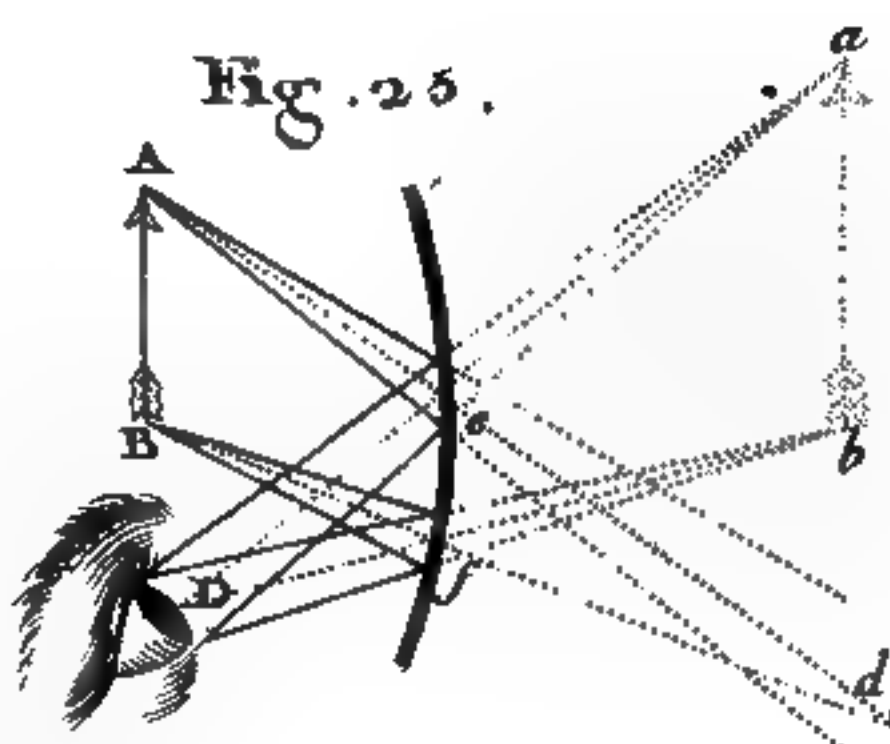
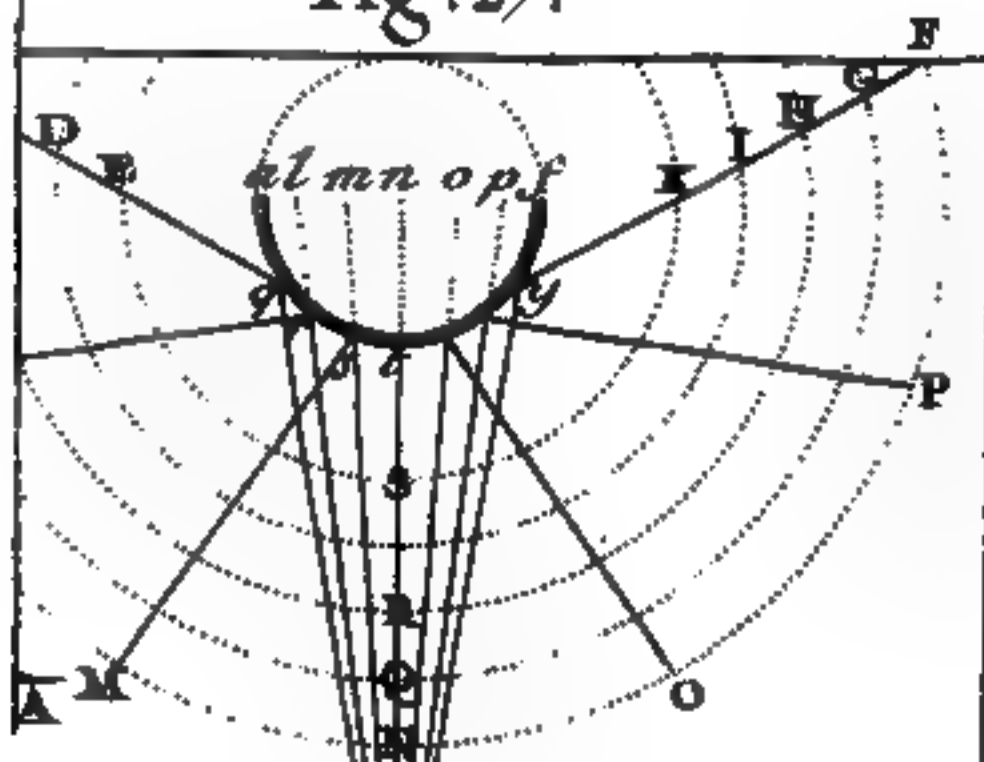
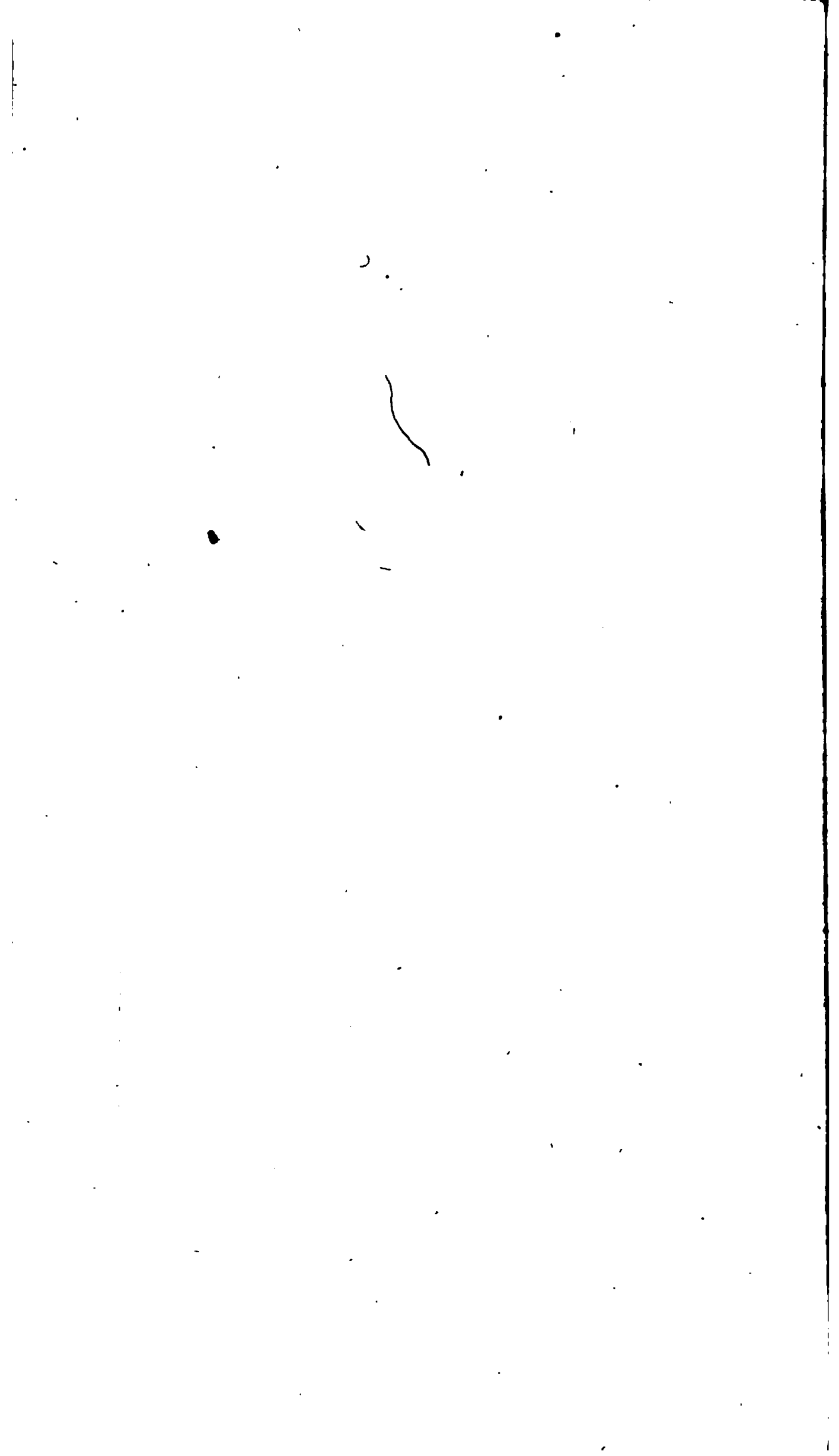


Fig. 27.





parties reçoivent dans l'image un arrangement régulier , & tel qu'il leur faut , pour représenter correctement un certain objet. XVI.
L E Ç O N.

Par une suite nécessaire de tout ce que je viens de dire touchant le miroir conique , les parties d'un objet ou d'un dessein régulier doivent s'y représenter dans un ordre renversé , & avec des disproportions & de distances & de grandeurs qui le rendent tout-à-fait difforme. Un homme , par exemple , y voit son visage avec une bouche qui fait tout le tour de l'image , tandis que les oreilles diminuées à l'excès , sont adossées l'une à l'autre près du centre.

Les miroirs , tant cylindriques que coniques , sont ordinairement convexes : on en pourroit faire de concaves , & on expliqueroit de même leurs effets , en démêlant ce qui dépend des propriétés du miroir droit , d'avec ce qui appartient au miroir sphérique concave , dont nous avons parlé ci-dessus : & en général , comme les miroirs mixtes ne peuvent être composés que de lignes droites dans un sens , & de lignes courbes

dans l'autre ; quand bien même ces courbes ne feroient pas des arcs de cercle , en partant de ce premier principe , que *la lumière se réfléchit faisant son angle de réflexion égal à celui de son incidence* , on viendrait toujours à bout de voir l'influence , ou la part que ces courbes pourroient avoir dans l'effet total,

A R T I C L E I I I .

De la lumière réfractée , ou des principes de la Dioptrique.

La réfraction de la lumière , comme je l'ai déjà annoncé au commencement de l'Article précédent , est une déviation que les rayons souffrent dans certains cas , en passant d'un milieu dans un autre. Les anciens ont remarqué cet effet ; mais ils ne l'ont point approfondi , parce qu'ils n'en sentoient pas l'importance , & parce qu'ils ne le pouvoient guères avec les idées qu'ils s'étoient faites de la propagation de la lumière & de la vision des objets. L'invention des lunettes à laquelle la théorie des réfractions nous auroit

conduits inmanquablement , si le hazard n'eût été plus prompt à nous servir , fit connoître aux Mathématiciens , & sur-tout aux Astronomes ; combien il étoit nécessaire d'étudier ce phénomène , & d'en déterminer les loix : on peut dire que ce n'est que depuis cette époque qu'on s'y est appliqué avec un véritable succès. Snellius profitant & des expériences & des conjectures de Kepler , a fort avancé ces recherches ; & Descartes y a mis , pour ainsi dire , la dernière main : Son Traité de Dioptrique est un chef-d'œuvre , eu égard au tems dans lequel il a paru.

La réfraction dont il s'agit ici ne s'observe que dans les milieux transparens , c'est-à-dire , dans ceux que la lumière pénètre , en conservant l'action par laquelle elle se rend visible elle-même , & nous fait voir les autres corps ; & comme il peut arriver qu'un rayon se divise après être entré , & que plusieurs de ses parties se jettent à droite ou à gauche sans aucun ordre , nous n'aurons égard qu'à celles qui demeureront unies , & qui auront conservé un mouvement

XVI.
LEÇON.

régulier dans le milieu réfringent.

XVI.
LEÇON. Je regarde les milieux transpa-
rens , solides ou fluides , comme des
masses , dont les pores régulièrement
alignés dans toutes sortes de direc-
tions , sont pleins de ce fluide subtil
que nous avons nommé jusqu'à présent
matière de la lumière ; lorsque de tels
corps sont entièrement plongés dans
d'autres milieux transparents comme
eux , quoique de nature différente ,
je conçois que la lumière extérieure
animée par un astre , ou par quelque
corps enflammé , communique son
action à celle du dedans , qui la trans-
met à son tour jusqu'à la surface op-
posée , à peu près comme le son passe
d'un côté à l'autre d'un bois , sans que
l'air sonore qui est entre les arbres
se déplace : ainsi je le répète encore ,
quand je dirai qu'un rayon *passé* de
l'air dans l'eau , dans le verre , &c.
qu'il *se plie* , qu'il *se détourne* , qu'il *se*
réfracte , qu'il *s'approche* , qu'il *s'éloi-*
gne , tout cela doit s'entendre , non
d'une translation réelle de la matière
même de la lumière , mais du progrès
de son action , ou de ses change-
mens de directions.

La lumière se réfracte dans ces deux circonstances réunies ; ſçavoir, quand elle paſſe d'un milieu dans un autre plus ou moins denſe , & que ſa direction eſt oblique au plan qui ſépare les deux milieux ; c'eſt-à-dire, qu'avec quelque direction que ce fût , le rayon de lumière ne ſouffriroit aucune réfraction , ſi , ſortant de l'air , par exemple , il entroit dans une matière diaphane qui ne fût , ni moins , ni plus pénétrable pour lui que ce fluide ; & que quand bien même il y auroit une différence de pénétrabilité entre les deux milieux , le rayon de lumière les traverseroit en droite ligne , ſi lorsqu'il ſort de l'un il tomboit perpendiculairement ſur la ſurface de l'autre ; on remarquera que la lumière a cela de commun avec tous les corps , ſi l'on ſe rappelle ce que j'ai enſigné touchant la réfraction * en général , en traitant des loix du mouvement.

On ne ſçait pas bien encore quelle eſt la vraie cauſe de la réfraction de la lumière : les Phyſiciens ſont fort partagés ſur cette queſtion ; mais on en connoît aſſez bien les loix , &

XVI.
L E Ç O N.

* III. Leçon.
Tom. I. pag.
262. & ſuiv.

XVI. c'est ce qu'il nous importe le plus
LEÇON. d'apprendre, parce que ce sont des
 faits qui servent de fondement à la
 Dioptrique, & d'où dérivent toutes
 les explications dont nous aurons be-
 soin dans cette partie. L'Expérience
 suivante nous les mettra sous les yeux.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut avoir une platine quarrée de bois ou de métal bien dressée, peinte en blanc, & de telle grandeur qu'on puisse y tracer en noir un cercle de 20 pouces de diamètre, ou environ, avec les lignes & les divisions qu'on voit dans la *Fig. 1.* Il faut de plus, qu'il y ait aux quatre angles des vis à oreilles qui en traversent l'épaisseur, & par le moyen desquelles on puisse l'affermir, & la mettre de niveau sur une table en forme de guéridon, qui se hausse & se baisse à volonté, & qui tourne horizontalement sur un pivot, *Fig. 2.*

On place cet appareil dans une chambre obscure, où, par le moyen d'un miroir plan de métal, placé en

dehors de la fenêtre , on fait entrer avec une direction horifontale , des rayons folaires par une ouverture de trois pouces de haut , fur un de large , pratiquée au volet.

XVI.
LEÇON.

Cette lumière eft reçue d'abord fur une platine verticale de cuivre mince , placée à la circonférence du grand cercle , & qui a une ouverture un peu moins longue & moins large que celle du volet , pour diminuer un peu le jet de lumière. Cette platine eft représentée féparément par la *Fig. 3.*

Comme la table , avec tout ce qu'elle porte , peut fe mouvoir en tournant horifontalement , & que la platine verticale change de place , autant qu'on le veut , fur la circonférence du cercle , il eft aifé de conduire le jet de lumière fucceffivement par tous les rayons du quart de cercle *OCP.*

f g h , *Fig. 4.* eft une caiffe longue de 10 pouces , & qui en a 4 , tant en hauteur qu'en largeur ; elle eft entièrement ouverte par en haut : fes quatre côtés font faits avec des lames de cuivre ; & le fond eft une

glace transparente qui tient avec du mastic. Au tiers de sa longueur, le côté gh a une ouverture tout-à-fait semblable à celle de la platine verticale ; & afin que la caisse puisse contenir de l'eau, cette ouverture est couverte d'un morceau de verre mince attaché avec du ciment.

Enfin, la *Fig. 5.* représente un quarré de crystal très-pur & sans bouillon, dont les côtés bien plans & bien paralleles entr'eux ont chacun 3. pouces de long, & l'épaisseur du morceau est d'environ deux pouces.

Ces deux dernières pièces se placent l'une après l'autre dans le demi-cercle CpR , de manière que le côté gh soit sur la ligne OR , & que la ligne ik tombe directement sur le point C . Quand on se sert de la caisse, on l'emplit d'eau bien claire jusqu'à la moitié de sa hauteur, & l'on regarde perpendiculairement par-dessus, pour reconnoître l'endroit où répond le rayon de lumière sur le quart de cercle CpR .

E F F E T S.

1°. Si le jet de lumière dirigé

comme $A C$ rencontre l'ouverture ik de la caisse, il se divise en deux parties, dont l'une passe au-dessus de la surface de l'eau, & arrive en B , en suivant sa première direction; l'autre se plonge dans l'eau, & s'incline en entrant vers la ligne Cp , qui est perpendiculaire au côté gh .

2°. On voit arriver le même effet, lorsque le rayon tombe moins obliquement sur gh , comme par les lignes DC , EC , à cela près qu'il est moins grand; c'est-à-dire, que le rayon rompu paroît moins écarté de sa première direction: & ce même effet devient absolument nul, quand le rayon tombe perpendiculairement, comme PC ; car alors le jet de lumière ne se divise plus; la partie qui passe dans l'air, comme celle qui traverse l'eau, suivent également la direction Cp .

3°. Les choses se passent de même, quand on substitue le quarré de verre à la caisse qui contient de l'eau; ce qu'on remarque de plus, c'est que la réfraction que souffre la lumière en entrant dans le verre, est plus forte dans tous les cas où elle a lieu, que dans l'eau pure.

XVI. 4°. Mais quoique la réfraction soit moins grande, à mesure que le rayon incident devient moins oblique à la surface du milieu réfringent, on trouve toujours un rapport constant entre l'angle aCp & celui d'incidence ACP . Ce rapport se connoît par la comparaison des lignes ad & Ae , qui sont les sinus des angles de réfraction & d'incidence, & que l'on peut voir à travers de l'eau & de la glace qui fait le fond de la caisse. L'expérience montre que la première est à la seconde dans la proportion de 3 à 4, quand le milieu réfringent est de l'eau commune, & à-peu-près comme 2 à 3 quand c'est du verre, & que dans l'un ou l'autre cas le rayon incident vient de l'air (a).

5°. Un rayon réfracté en a ou en tout autre endroit, & renvoyé en C par un miroir plan ou par quelque autre moyen, ne continue point

(a) Il ne faut prendre ces proportions que comme des à peu-près : je les donnerai d'une manière plus exacte, quand je parlerai de la décomposition de la lumière & des différens degrés de réfrangibilité de ses rayons.

cette route en ligne droite ; mais il s'écarte de la perpendiculaire PC , & retourne précisément en A , d'où il étoit parti d'abord : ce qui a lieu dans tous les cas.

Loix de la réfraction de la lumière,

Nous pouvons déduire des résultats de notre Expérience, les propositions suivantes, que nous regarderons dorénavant comme des loix ou comme des points fixes, sur lesquels nous appuyerons tout ce que nous avons à dire touchant les effets de la lumière réfractée.

I. LOI. Les rayons de la lumière se réfractent toujours, lorsqu'ils passent obliquement d'un milieu dans un autre, qui est d'une densité ou d'une nature différente.

II. LOI. Quand la lumière se réfracte en passant d'un milieu rare dans un milieu plus dense (a), l'angle de

(a) Cette Loi souffre des exceptions. La plupart des matières grasses ou sulfureuses qui sont transparentes, réfractent la lumière plus fortement qu'on ne devroit s'y attendre, si l'on n'avoit égard qu'à leur densité. Il y a en elles deux causes de réfraction, l'une qui tient à leur densité, l'autre qui dépend de leur na-

XVI. réfraction est plus petit que l'angle
LEÇON. d'incidence, & réciproquement, &c.

III. Loi. Quoique la réfraction de la lumière devienne plus ou moins grande, soit par le degré d'obliquité de l'incidence du rayon, soit par la nature du milieu réfringent, les sinus des deux angles, de réfraction & d'incidence, demeurent toujours en rapport constant.

IV. Loi. La réfraction, non plus que la réflexion, n'altère pas sensiblement l'activité de la lumière, puisqu'un rayon réfracté qu'on oblige à retourner sur lui-même, reprend, en sortant du milieu réfringent, la di-

ture particulière : celle-ci peut suppléer d'une manière surabondante à ce que l'autre ne peut pas faire, ou produire une juste compensation ; de-là il peut arriver que la lumière, en passant d'un milieu rare dans un milieu plus dense, fasse son angle de réfraction plus grand que celui de son incidence, ou qu'elle les fasse tous deux égaux ; c'est-à-dire, qu'elle ne se réfracte point : on pourroit même en citer des exemples, ce qui est contraire à la loi générale ; mais comme cette loi est vraie dans les cas les plus ordinaires, & sur-tout pour les corps dans lesquels il nous importe le plus de suivre les mouvemens de la lumière, nous regarderons toujours la proposition générale comme un principe de Dioptrique.

rection qu'il avoit dans son incidence, comme on l'a vû par le 5^e. résultat, & comme on peut s'en assurer encore davantage, en multipliant cette épreuve sur le même rayon. XVI.
LEÇON.

V. LOI. Le rayon réfracté & le rayon incident se trouvent toujours dans un même plan, lequel est perpendiculaire à la surface du milieu réfringent.

EXPLICATION.

En regardant les résultats qu'on vient de voir comme des Loix ou comme des principes tirés immédiatement de l'Expérience, je pourrois me dispenser d'en chercher les raisons, sans que cela fît tort aux vérités que j'ai dessein d'en déduire : mais pour satisfaire le Lecteur curieux de sçavoir ce que l'on a pensé à ce sujet, plutôt que par l'espérance de l'éclairer à fond, je crois devoir rapporter en gros les opinions des plus habiles Physiciens de partis opposés.

Descartes considérant que la réfraction de la lumière se fait communément en sens contraire de celle

XVI.
LEÇON.

des autres corps , & ſçachant , à n'en pas douter , qu'une balle de moufquet lancée obliquement de l'air dans l'eau , ne fait ſon angle de réfraction plus grand que celui de ſon incidence , que parce qu'à la ſuperficie du milieu le plus denſe ſon mouvement de haut en bas eſt plus retardé , que celui qu'elle a pour s'avancer parallèlement à cette même ſurface , fit ce raisonnement :
 « Puisqu'une balle de métal ou tout
 » autre corps ſemblable venant en C
 » *Fig. 6.* ſe réfracte en s'approchant
 » de *Cd* , parce que l'eau dans la-
 » quelle elle entre réſiſte plus que
 » l'air d'où elle ſort , au mouve-
 » ment qu'elle a pour deſcendre ; un
 » rayon de lumière qui dans les mê-
 » mes circonſtances ſe plie vers *CP* ,
 » doit nous porter à croire , que
 » l'eau lui fait moins de réſiſtance
 » que l'air ». Ce Philoſophe voyant
 encore , que la réfraction de la lu-
 mière étoit plus grande dans le verre
 que dans l'eau , conclut tout de ſuite
 & en général , que plus la denſité
 des corps transparens étoit grande ,
 plus la lumière y exerçoit ſes mouve-
 mens

mens avec liberté ; en quoi , sans dou-
te , il se pressa un peu trop , ne pré-
voyant pas les exceptions qui se sont
trouvées depuis , & dont j'ai fait
mention dans la dernière note.

XVI.
LEÇON.

Cette supposition , toute consé-
quente qu'elle étoit , révolta dès-
lors bien des esprits ; & encore au-
jourd'hui , il y a peu de personnes
qui ne sentent de la répugnance à
l'admettre , parce que ne connois-
sant pas l'état intérieur des corps
diaphanes , ni de quelle manière au-
juste ils reçoivent & transmettent
l'action de la lumière , on raisonne
d'après des exemples & des compa-
raisons pleines de disparités ; car au-
cun autre fluide n'est comparable à
la lumière , & la transparence des
corps à travers lesquels elle passe ,
est tout-à-fait différente de ce qu'on
nomme *perméabilité* dans ceux qui sont
opaques.

Voici , selon moi , ce que cette
opinion a de plus fort contr'elle , c'est
le préjugé où l'on est , qu'un corps ne
peut jamais offrir des passages plus
libres à une matière étrangère , quand
les vuides qui sont entre ses parties

XVI. propres , décroissent de nombre ou de grandeur , comme il arrive dans le cas d'une plus grande densité.

Mais ce préjugé , quelque puissant qu'il soit , peut-il tenir contre des faits évidens ? N'est-il pas démontré que l'action de la lumière sortant de l'air s'accélère en pénétrant dans l'eau , quand on voit qu'elle n'emploie pour passer de C en a , que le tems qu'elle eût mis à parcourir CB , si elle eût continué de traverser de l'air ? D'ailleurs une plus grande transparence , n'est-elle pas le signe infailible d'une plus grande perméabilité , par rapport à la lumière ? Dans nombre d'occasions cependant , nous voyons qu'un corps , pour être plus dense qu'un autre , n'en est pas moins propre à laisser passer la lumière ; il n'y a qu'à comparer à cet égard un diamant d'une belle eau , avec un morceau de verre de même épaisseur ; on verra sûrement que celui-ci , quoique plus poreux , puisqu'il est spécifiquement plus léger , n'est jamais d'une transparence aussi parfaite.

Mais pourquoi l'eau plus dense

que l'air est-elle plus perméable à la lumière ?

XVI.
LEÇON.

Descartes répond , c'est qu'une masse d'air est composée de parties rameuses , moins propres à laisser entre elles des passages en droites lignes , que celles de l'eau qui ont des surfaces lisses & une figure avec laquelle elles s'arrangent de telle sorte , qu'il en résulte une porosité convenable à la propagation de la lumière.

Cette réponse ne peut être reçue que comme une conjecture , encore n'est-elle pas des plus heureuses ; le Philosophe de qui nous la tenons ne l'auroit peut-être pas hasardée , s'il avoit sçu que la plupart des huiles , moins denses que l'eau , réfractent cependant plus fortement qu'elle la lumière qui sort de l'air ; car suivant ses propres idées , nous devons croire que toutes les matières grasses ont des parties branchues ; ce qui met en droit de dire , ou que le mouvement de la lumière ne s'accélère point dans l'eau , par la raison que les parties de ce liquide ne sont point rameuses comme celles

XVI.
LEÇON. de l'air , ou que les corps gras qui réfractent la lumière autant ou plus que l'eau , n'ont pas , comme on le suppose , des parties moins lisses & moins dégagées que les siennes.

Les Physiciens attachés au principe des attractions reconnoissant avec les Cartésiens , que le mouvement de la lumière est accéléré , lorsqu'elle passe de l'air dans l'eau , répondent tout autrement qu'eux , quand on leur demande quelle est la cause de cette accélération ; ils attribuent cet effet à la vertu attractive de l'eau , laquelle , plus puissante que celle de l'air , oblige l'extrémité *C* du rayon incident à s'incliner un peu plus qu'il ne l'est par sa direction naturelle , & à tendre au point *a* , au lieu de continuer en droite ligne vers *B*. Et comme l'attraction est une puissance qui augmente comme la densité des corps où elle réside , & à mesure que la distance diminue entre ce corps & celui qui est attiré , il suit premièrement , que du verre doit accélérer plus que l'eau , le mouvement de la lumière qui vient de l'air , comme

l'expérience le montre ; secondement , que le rayon incident doit augmenter de vitesse , à mesure qu'il approche davantage du milieu réfringent le plus dense ; ce qui doit lui faire prendre de l'accélération , & une petite courbure , qu'on ne voit pas , mais qu'il faut supposer , quand on raisonne suivant ces principes.

Si quelqu'un a pris son parti sur cette matière de philosopher , & qu'il ait une fois pour toutes admis des vertus attractives & répulsives dans la matière , je ne lui conseillerai pas de changer d'avis dans cette occasion : j'avoue que les Newtoniens se tirent assez adroitement d'affaire , lorsqu'il s'agit de rendre raison des différens effets qu'on remarque dans les réfractions de la lumière ; mais si l'on est impartial , on m'accordera que ce n'est pas sans peine : le Lecteur en jugera par ce qui suit.

Newton a trouvé par expérience un certain nombre de corps , tant solides que liquides , lesquels avec moins de densité que l'eau & le verre , réfractent autant ou plus qu'eux , la lumière qu'ils reçoivent de l'air. En un

XVI. **LEÇON.** mot, il a reconnu que l'accélération de la lumière qui pénètre dans ces substances, est plus grande qu'elle ne doit être eu égard à leur seule densité : que dire à cela, quand on a commencé par attribuer l'accélération du rayon réfracté à l'attraction du milieu réfringent, & que l'on a donné la densité pour la mesure de cette vertu ? Le cas est embarrassant pour un Physicien qui a pris pour règle d'être sobre en suppositions ; voici la solution qu'on donne de cette difficulté : Dans les corps dont il s'agit, il y a, dit-on, deux sortes de pouvoirs attractifs : l'un tient à la densité, l'autre est un être inconnu qui est attaché à la nature particulière de chacune de ces substances. Probablement vous ne le connoîtrez jamais, que par le nom générique qu'on lui donne & par les fonctions qu'on lui attribue ; mais vous serez dédommagé de ce qu'on vous laisse à désirer à cet égard, pour peu que vous ayez du goût pour les calculs ; car on vous dira à point nommé, combien il influe dans telle ou telle réfraction.

Ce qui résulte de tout cela, c'est que les Newtoniens & les Cartésiens sont d'accord sur ce point, que la lumière reçoit une accélération de vitesse en passant de l'air dans l'eau, dans le verre & dans quantité d'autres milieux plus denses, & que sur la cause de cette accélération, ils ne nous éclairent guères plus les uns que les autres. Car alléguer l'attraction comme font les premiers, c'est user d'un principe dont bien des gens ne veulent point, & qui a besoin de supplément dans plusieurs cas ; dire avec les autres, que la lumière s'accélère, parce qu'elle passe plus librement, c'est presque donner pour raison, le fait même qu'il s'agit d'expliquer.

Il me semble pourtant qu'on a tort d'objecter à ceux-ci, qu'un passage plus libre dans l'eau, dans le verre, &c. quand il seroit démontré d'ailleurs, ne suffiroit pas pour rendre raison du mouvement accéléré de la lumière ; il faut se mettre dans la position d'un Cartésien qui ne regarde pas le trajet de la lumière comme un mouvement de translation, mais seulement comme le

XVI. **LEÇON.** transport d'une action qui s'imprime & s'entretient par celle du corps lumineux d'où procède le rayon. Or, je pense que dans un jet de lumière ainsi considéré, qui enfile différens milieux, dont les uns sont plus propres que les autres à conserver l'activité de son mouvement, l'action qui se transmet d'un bout à l'autre peut être plus prompte dans les endroits où elle trouve moins d'obstacles qui la ralentissent.

Un Auteur de ces derniers tems a prétendu expliquer la cause des réfractions de la lumière, en disant que les rayons incidens se réfléchissent en entrant obliquement dans les pores du milieu réfringent : quoique cette opinion ait un air assez naturel, il n'est pas possible de la faire valoir, si l'on ne montre auparavant, que les angles de ces prétendues réflexions, sont égaux à ceux des incidences dans tous les cas, où il y a ce que l'on nomme *réfraction* : & pour cela, il faut avoir recours à des hypothèses qu'on auroit peine à faire goûter, comme de supposer une certaine direction dans la plupart

plûpart des pores des corps transpa-
rens ; tandis que les plus fortes rai-
sons nous portent à croire , que ces
pores sont alignés dans toutes sortes
de sens : ou de dire qu'il y a plus de
lumière réfléchie par les pores obli-
ques , qu'il n'en entre dans ceux qui
reçoivent directement les rayons in-
cidens , ce qui ne seroit pas naturel
à penser.

APPLICATIONS.

Un des effets de la réfraction qu'on
remarque le plus , & dont on est tou-
jours surpris quand on en ignore la
cause, c'est l'inflexion apparente d'un
bâton que l'on plonge obliquement
dans l'eau ; tout le monde sçait qu'au
lieu de paroître droit, il semble bri-
sé au point C, *Fig. 7.* & former l'angle
ACb. Si l'on veut comprendre com-
ment cela se fait , il faut considérer ,
que chaque point éclairé de la partie
plongée du bâton devient visible
par un faisceau de lumière qui passe
obliquement de l'eau dans l'air , où
l'on suppose que l'œil est placé : or ce
jet de lumière passant ainsi d'un milieu
dense dans un autre qui l'est moins ,

~~doit se réfracter dans celui-ci, en~~
 XVI, s'écartant de la perpendiculaire PD :
 LEÇON. ainsi l'œil apperçoit le point B , par
 la pyramide de lumière DE , dont
 les rayons convergent en b , qui de-
 vient par-là le lieu apparent de l'ob-
 jet. Si vous faites le même raison-
 nement pour tous les points visi-
 bles $F, G, H, \&c$, vous trouverez
 que leurs images doivent être dans
 la ligne bC , laquelle fait un angle
 avec la partie du bâton qui est hors
 de l'eau.

On explique de même, comment
 une pièce d'argent placée au fond
 d'un vaisseau qui n'est pas de matière
 transparente, devient visible à l'œil
 qui ne pouvoit pas l'appercevoir,
 lorsqu'on la couvre d'une masse d'eau
 d'une certaine épaisseur; car on voit
 que le rayon RS qui passeroit au-des-
 sus de l'œil, s'il n'y avoit pas de ré-
 fraction, venant à s'écarter de la per-
 pendiculaire PS , lorsqu'il passe de
 l'eau dans l'air, se dirige vers T , &
 fait voir l'image de la pièce en r ,
 comme si l'objet s'étoit élevé.

Nous voyons donc au-dessus de
 son vrai lieu tout ce que nous ap-

percevons dans l'eau par des rayons obliques ; & c'est à quoi l'on doit faire attention , lorsqu'on tire sur le poisson d'un étang : on le manqueroit certainement , si l'on tiroit à l'endroit où on le voit , pour deux raisons ; 1^o. parce qu'il est plus bas que le lieu où il paroît être ; 2^o. parce que la balle souffrant une réfraction en sens contraire de celle de la lumière , s'élève nécessairement au-dessus de la direction qu'on a intention de lui donner. XVI.
L E Ç O N

Comme , étant placés dans l'air , nous appercevons dans l'eau des objets que les bords du bassin nous cacheroient , si la lumière qui en vient ne souffroit pas de réfraction , en passant de l'un de ces milieux dans l'autre , réciproquement les animaux qui , étant sous l'eau , regardent dans l'air , par des rayons obliques , découvrent ce qui ne seroit pas à la portée de leurs yeux , s'ils ne devoient voir que par des rayons directs. L'œil placé en *R* apperçoit ce qui est en *T* , comme lorsqu'il est en *T* , il voit ce qui est en *R* ; mais au lieu de le rapporter à sa vraie place , il le juge en *t*.

Cette dernière remarque est d'une
 XVI. grande conséquence pour l'Astrono-
 LEÇON, mie. Il suit de-là que nous voyons les
 astres sur l'horison le matin & le
 soir , quelque tems avant qu'ils y
 soient arrivés , & après qu'ils sont
 descendus au-dessous ; car l'atmosphé-
 re terrestre étant un milieu plus den-
 se que celui par lequel passe la lu-
 mière des astres , avant que d'y arri-
 ver , le rayon qui part de l'étoile *S* ,
Fig. 8 , lorsqu'elle est encore au-des-
 sous de l'horison *H h* , ce rayon , dis-
 je , qui passeroit en droite ligne vers
V , venant à se réfracter en *c* , en s'ap-
 prochant de la perpendiculaire *pp* ,
 parvient à l'œil du spectateur qu'on
 suppose en *t* , & lui fait voir l'étoile ,
 comme si elle étoit en *s* au-dessus de
 l'horison.

Après le lever de l'astre , son lieu
 apparent diffère encore de son lieu
 réel , par la même raison : mais à
 mesure qu'il s'élève , cet effet va tou-
 jours en diminuant ; parce que l'inci-
 dence de ses rayons *R r X x* , deve-
 nant de moins en moins oblique à
 la surface de l'atmosphère terrestre ,
 la réfraction devient moins grande

à proportion , jusqu'à ce qu'enfin l'astre étant parvenu au Zénith , ou à une hauteur qui en approche , ses rayons , comme Zz , tombent directement , ou à peu-près , & le représentent au vrai lieu où il est.

Ce que je viens de dire , comme en passant , des réfractions astronomiques , suppose que l'atmosphère terrestre est un milieu plus réfringent , ou plus dense que celui qui remplit l'espace immense des cieux ; & c'est un fait dont on est assuré : premièrement , par l'apparition des astres , qui précède constamment le matin celle qu'un calcul exact nous annonce , lorsqu'on n'a égard qu'à la durée de leur révolution. Secondement , par des Expériences immédiates que d'habiles Physiciens ont faites en différens temps & en différens lieux (a) , & par lesquelles ils ont tâché de déterminer le rapport des sinus des angles d'incidence & de réfraction totale,

(a) On peut consulter sur cela les Transact. Philosoph. de Londres , N°. 257. & les Exp. Physico-mécaniques de Hauxbée , traduites en François ; à Paris chez Cayelier. tome . 1. pag. 106. & suiv.

XVI.
LEÇON. par les rayons de lumière qui passent de l'éther dans toute l'épaisseur de l'atmosphère terrestre.

Je dis la réfraction totale , parce que le rayon réfracté par l'air de l'atmosphère ne suit pas une seule ligne droite, comme il arrive dans un milieu réfringent d'une densité uniforme : l'air étant plus dense & plus chargé de vapeurs dans les couches de l'atmosphère qui approchent le plus de la surface de la terre , on doit considérer , que son pouvoir réfractif va toujours en croissant dans le même sens : ce qui fait que le rayon qui commence à se réfracter en *a* , *Fig. 8.* s'incline davantage en *b* , & encore plus en *c* ; au lieu de distinguer seulement trois couches dans l'atmosphère , si l'on fait attention qu'il y en a une infinité , & que leurs densités augmentent insensiblement , à commencer du point *a* ; on comprendra d'abord que le rayon réfracté doit suivre une courbe continue, & faire voir l'astre d'où il procède , dans la tangente *t d.*

Et comme on s'est encore assuré par des expériences réitérées avec

2. 1.

3.

4.

soin que la réfraction de la lumière qui entre du vuide dans l'air , devient plus grande , à mesure qu'on augmente la densité de ce fluide , soit en le comprimant , soit en le refroidissant , c'est une conséquence nécessaire , que les objets qu'on voit ainsi à travers l'atmosphère , quoiqu'à des hauteurs données , ne paroissent pas toujours également déplacés de leur vrai lieu ; puisque la température de l'air , son poids & la quantité de vapeurs dont il est chargé , varient , non-seulement selon les climats & les saisons , mais encore par une infinité de causes accidentelles.

Ces variations de densité dans certaines parties de l'atmosphère , influent tellement sur la réfraction de la lumière , que d'habiles Physiciens nous asûrent avoir trouvé , tantôt plus , tantôt moins grande la hauteur des mêmes édifices qu'ils avoient mesurés géométriquement d'une distance un peu grande. De pareils avis joints à la certitude que l'on a de la possibilité des effets , font qu'un Astronome circonspect ne se repose point avec une entière confiance sur l'exactitude de

XVI.

LEÇON.

ses tables de réfractions , & inspirent une défiance raisonnable à quiconque est obligé de compter sur la rectitude parfaite d'un rayon de lumière , qui traverse une grande épaisseur d'air.

XVI.
LEÇON.

En regardant le Soleil ou la pleine Lune près de l'horison , si vous remarquez que son disque est d'une figure ovale , vous pouvez observer en même-temps , que le diamètre le plus court est celui qui est vertical ; & vous appercevrez la raison de cet effet , si vous considérez premièrement , que la réfraction fait paroître toutes les parties de l'astre plus élevées qu'elles ne le sont réellement ; en second lieu , que cette élévation apparente est d'autant plus grande , que l'objet est plus près de l'horison : car , de ces deux effets il résulte clairement , que le bord inférieur du disque lumineux , doit paroître rapproché du bord supérieur , ce qui change sa figure ronde en ovale. Si vous y preniez garde , vous verriez aussi , & par la même raison , que la distance respective de deux étoiles , dont l'une est au-dessus de l'autre ,

paroît plus petite peu après leur lever , que quand elles approchent du Méridien , & vers le Zénith.

Un phénomène qui arrive quelquefois , & qui a bien intrigué les anciens Astronomes , parce qu'ils ne connoissoient point assez les effets de la lumière réfractée par l'atmosphère terrestre, c'est de voir la Lune se lever totalement éclipfée , tandis que le Soleil se voit encore tout entier dans la partie opposée de l'horison. Ceux qui sçavent qu'une éclipse de Lune se fait par l'interposition de la terre entre le Soleil & elle, sont surpris de voir qu'elle manque de lumière en présence , & vis - à - vis de l'astre qui a coutume de lui en donner : c'est que dans le cas dont il s'agit , ce n'est point elle-même qui se montre sur l'horison , ce n'est que son spectre élevé par l'effet de la réfraction , comme l'étoile S de la *Fig. 8.*

Mais , dira-t-on , comment un astre éclipfé peut-il se faire voir ainsi , s'il n'a plus de lumière ?

Il faut se rappeler ici , que la Lune , dans les temps de ses éclipfes , n'est jamais totalement privée de lu-

XVI. mière ; elle est toujours très-visible,
 sous une couleur de fer rouge qui
 L E Ç O N. commence à s'éteindre : c'est encore
 un effet sur lequel les Anciens ont
 mal raisonné, ne connoissant pas assez
 le pouvoir réfractif de l'atmosphère
 terrestre, & que je trouve très-bien
 expliqué dans l'Optique de M.
 Shmith. « C'est, dit-il, une partie
 » des rayons solaires qui embrassent
 » la terre, & qui s'étant réfractés dans
 » l'atmosphère de cette planète, vont
 » se croiser dans son ombre, & illu-
 » miner foiblement la Lune qui s'y
 » trouve plongée ».

Les effets dont je viens de faire
 mention, nous apprennent déjà, que
 la réfraction de la lumière change
 souvent la position, ou le lieu de
 l'objet, en nous le faisant voir où il
 n'est pas, nous verrons aussi que la
 même cause influe sur la figure, la
 grandeur, la distance & la situation ;
 mais comme toutes ces apparences
 dépendent de la position respective
 des rayons qui tracent les images au
 fond de l'œil, il est à propos, avant
 que d'entrer dans ce détail, de faire
 voir par des faits simples, comment

des rayons réfractés s'arrangent entre eux , étant données leurs incidences , & la figure des surfaces réfringentes. XVI.
L E Ç O N.

Quand deux milieux se touchent , la surface du plus dense ne peut être que plane , convexe ou concave ; & les rayons incidens qui viennent plusieurs ensemble pour la traverser , sont , ou parallèles entr'eux , ou convergens , ou divergens. Je vais examiner ce qui arrive dans ces différens cas ; & comme j'ai lieu de croire , après ce qui a été dit & répété jusqu'ici , que le Lecteur comprend suffisamment , qu'un jet de lumière de la grosseur du doigt , par exemple , est un faisceau de rayons qui peuvent s'écarter davantage , ou se rapprocher les uns des autres , pour former un cylindre , ou une pyramide , au lieu d'employer comme j'ai fait au commencement de la Catoptrique , deux jets séparés l'un de l'autre , le plus souvent je n'en mettrai qu'un en expérience , & je ferai juger du parallélisme , de la divergence ou de la convergence de ses parties , par la figure cylindrique ou pyramidale qu'il recevra. Quant aux surfaces

XVI.
LEÇON. concaves ou convexes des milieux ; je ne parlerai que de celles qui sont sphériques , parce qu'elles sont le plus en usage dans la construction des instrumens de Dioptrique , & que d'ailleurs , si l'on entend bien leurs effets ; il sera aisé d'appliquer les mêmes principes , pour expliquer ou prévoir ce qui arrive avec toute autre courbure.

PREMIER CAS.

Si des rayons paralleles dans leur incidence , passent obliquement d'un milieu rare dans un plus dense qui soit terminé par une surface plane.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Par le moyen d'un miroir plan de métal placé en dehors de la fenêtre , on introduit dans une chambre bien obscure , des rayons solaires. qu'on fait passer par un tuyau rond qui traverse le volet dans une direction horisontale , & qui a 6 pouces de longueur sur un pouce & demi de diamètre. Ce tuyau reçoit des verres de différentes convexités , à celle de ses

extrémités qui répond au-dedans de la chambre : celui qu'on y met pour cette Expérience , n'en a que ce qu'il en faut , pour rendre le jet de lumière solaire parfaitement cylindrique,

XVI.
LEÇON.

Ce faisceau de rayons est reçu obliquement sur le côté long d'une caisse représentée par la *Fig. 9.* & placée sur la table que j'ai désignée ci-dessus par la *Fig. 2.*

Les côtés longs de cette caisse sont deux morceaux de verre bien droits de 4 pouces de large sur un pied de long , élevés bien parallèlement à 6 pouces de distance l'un de l'autre. Les deux petits côtés sont de métal , ainsi que le fond , & chacun d'eux a une ouverture circulaire de deux pouces & demi de diamètre , garnie d'un verre semblable à ceux dont on couvre les cadrans des montres , l'un ayant sa convexité en dehors , l'autre ayant la sienne en dedans de la caisse. Comme ce vaisseau doit contenir de l'eau , tous ces verres sont attachés avec du ciment ; & aux quatre coins du fond en dehors , il y a des vis par le moyen des-

XVI. ~~quelles on le met de niveau sur la ta-~~
LEÇON. ble, & à l'un des bouts, un robinet
 pour vuidér l'eau.

E F F E T S.

Le jet de lumière entrant par *A*, *Fig.* 10. dans la caisse remplie d'eau, se réfracte en *B*, & forme à cette distance, sur une lame de métal qu'on présente perpendiculairement à sa direction, un cercle lumineux dont le diamètre est égal à celui du cylindre de lumière mesuré en *A*. Ce cercle s'apperoit plus aisément, si l'on couvre le dehors du verre avec un morceau de carton blanc : dans la Figure on n'a représenté que l'épaisseur de l'eau qu'on met dans la caisse, avec les effets de la lumière qui la traverse.

Au lieu d'arrêter ainsi le rayon, si vous le laissez sortir de la caisse dans l'air, il prend une direction *Ss*, parallèle à celle du rayon incident *Rr*, ce qu'il est aisé de reconnoître en mettant sur les bords de la caisse une règle parallèle à l'un des deux rayons ; & la grosseur du jet de lumière demeure constamment égale dans toutes les parties de sa longueur.

D'où il suit , que des rayons de lumière parallèles dans leur incidence , en passant obliquement de l'air dans une masse d'eau terminée par une surface plane , conservent leur parallélisme , comme aussi en rentrant de l'eau dans l'air , terminé de même par une surface droite : la même chose arrive avec tous les autres milieux qui diffèrent en densité , & qui n'ont qu'une médiocre épaisseur , comme nous le supposons ici.

XVI.
L E Ç O N.

SECOND CAS.

Si des rayons convergens dans leur incidence passent d'un milieu rare dans un plus dense , & de celui-ci dans un autre semblable au premier.

III. EXPERIENCE.

P R E P A R A T I O N . ,

Cette Expérience se fait comme la précédente , excepté , qu'au lieu de mettre au bout du tuyau un verre très-peu convexe , qui ne feroit qu'ôter aux rayons solaires le peu de divergence qu'ils ont quand on les reçoit par un trou dans une chambre , on en place un autre qui l'est davan-

XVI. tage, & qui fait prendre au jet de lumière la forme d'un cône ou d'une pyramide ronde, dont la pointe s'avance à 8 ou 9 pouces de distance.

LEÇON.

La caisse étant pleine, on en présente le côté *AD* perpendiculairement à la pyramide de lumière, de façon que sa pointe atteigne tout juste le côté *BC*: après quoi on ouvre le robinet, pour la vuidier: voyez la *Figure 11*.

E F F E T S.

Aussi-tôt qu'on a ôté l'eau de la caisse, la pointe de la pyramide lumineuse se raccourcit sensiblement, & se voit en *E*.

Si l'on fait avancer la caisse vuidie de quelques pouces, de sorte que la pointe de la pyramide de lumière passe d'autant au-delà du côté *BC*, l'eau que l'on met ensuite dans la caisse fait un peu avancer cette pointe, & l'on remarque que la pyramide est déformée, comme *FG*.

Ce qui fait voir que la convergence des rayons diminue, lorsqu'ils passent d'un milieu rare dans un milieu dense; & qu'elle augmente au contraire, quand

quand le passage se fait du milieu dense dans celui qui l'est moins , & que les surfaces de ces milieux sont planes.

XVI.
L E Ç O N.

TROISIEME CAS.

Si des rayons divergens dans leur incidence entrent dans un milieu plus dense , ou plus rare.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Tout restant disposé, comme dans la dernière Expérience , & la caisse étant vuide, il faut la reculer de manière , que les rayons qui commencent à diverger , après avoir formé la pointe G , Fig. 12. & qui font une pyramide lumineuse opposée à la première , se présentent directement au côté AD de la caisse , & la traversent entièrement ; & il'on élève verticalement à 3 ou 4 pouces de distance , au-delà du côté BC, un carton blanc , sur lequel on reçoit la base de cette pyramide de lumière , dont on mesure exactement le diamètre : après quoi l'on met de l'eau dans la caisse comme de coutume.

XVI.

LEÇON.

Le cercle lumineux paroît un peu augmenté sur le carton ; & la pyramide paroît déformée , n'étant pas aussi grosse à la distance *BC*, qu'elle l'étoit avant qu'il y eût de l'eau dans la caisse.

Ce qui prouve que les rayons , en entrant de l'air dans l'eau , ont perdu une partie de leur divergence , & qu'ils l'ont reprise en sortant de l'eau pour rentrer dans l'air ; d'où l'on peut conclure , que quand les milieux se touchent par des surfaces planes , les plus denses diminuent la divergence des rayons , & que les plus rares l'augmentent.

E X P L I C A T I O N.

Suivant la seconde Loi de la réfraction de la lumière , un rayon qui passe obliquement d'un milieu rare dans un milieu dense , quitte sa première direction pour s'approcher de la perpendiculaire au plan qui sépare les milieux : voilà pourquoi dans la seconde Expérience , le jet de lumière qui est arrivé en *A* , s'est réfracté vers

B ; car son incidence étoit oblique , & le milieu qu'il quittoit étoit moins dense que celui dans lequel il est entré. XVI.
L E Ç O N.

— Si l'on conçoit deux lignes parallèles qui se plient ensemble , & de la même quantité , leur parallélisme doit subsister après l'inflexion. Or , des filets de lumière qui forment ensemble un jet cylindrique , comme dans la même Expérience , sont parallèles entr'eux ; l'incidence , par conséquent , est également oblique pour chacun d'eux sur une surface plane ; leur réfraction paroît l'être aussi dans une épaisseur d'eau qui n'a que 5 ou 6 pouces : ainsi , demeurant sensiblement parallèles après cet effet , ils forment encore un cylindre de lumière égal en diamètre à celui qu'ils formoient dans l'air ; & c'est pour cette raison , que ce jet réfracté tombant perpendiculairement sur un plan qu'on lui présente , y marque un cerole lumineux de la même grandeur que celui qu'il fait voir sur un pareil plan , avant que d'être dans l'eau.

Le 5^e. résultat de la première Expérience , sur lequel nous avons établi la IV^e. Loi , nous a fait voir

XVI.
LEÇON. qu'un rayon réfracté en a , Fig. 13. s'il est renvoyé en C par un miroir, ou autrement, se plie en entrant dans l'air, de telle manière, qu'il retourne toujours par la ligne CA , qui est celle de sa première incidence. Cela étant, lorsqu'arrivé en a il passe de l'eau dans l'air qui est au-delà, il doit venir en B , faisant l'angle $p a B$ égal à celui de l'autre part ACP ; car la grandeur de ces angles dépend du degré d'obliquité avec lequel le rayon tombe de l'eau sur l'air, soit en allant de C en a , soit en faisant la route opposée: or, cette obliquité est égale de part & d'autre, puisque les surfaces EF , GH , par lesquelles l'air & l'eau se touchent, sont parallèles entr'elles. Dans le cas présent, ces angles doivent donc être égaux; & c'est ce qui fait que le rayon aB , après avoir traversé l'eau, reprend une direction parallèle à celle qu'il avoit avant que d'y entrer.

Dans la caisse pleine d'eau de la III. Expérience, la pyramide de lumière paroît plus longue qu'elle ne l'est dans l'air; parce que les rayons incidens ad , bc , Fig. 14. étant incli-

nés en sens contraire sur la même surface droite cd , du milieu le plus dense, font aussi leurs réfractions dans des sens opposés : ce qui diminue la convergence naturelle de ces rayons qui est au point e , & qui se rétablit, dès qu'il n'y a plus d'eau dans la caisse.

Quand la pointe de cette pyramide s'avance dans l'air au-delà du côté KL , les rayons émergens, comme hk , reprennent une direction parallèle à celle de la première incidence fg , lg , comme je viens de le faire entendre, en expliquant les effets de la II. Expérience; de-là il arrive, que le point de convergence qui seroit en i , sans les deux réfractions, se prolonge jusqu'en k , & les côtés de la pyramide, au lieu d'être des lignes droites, comme fi , li , sont pliés deux fois, & en sens contraires, comme on le voit en h & en g .

Pour se rendre raison des effets de la IV. Expérience, il n'y a qu'à s'imaginer que les rayons divergens partent du point k , Fig. 14. en suivant leur marche assujettie aux loix de la réfraction, on verra tout d'un

XVI. coup, comment ils deviennent d'abord moins divergens dans l'eau, **LEÇON.** qu'ils ne l'étoient avant que d'y entrer ; & ensuite plus divergens au-delà de la surface HI , qu'ils ne l'étoient avant que de toucher la première KL : car ils le font alors, comme s'ils venoient du point i .

On voit pareillement, pourquoi, malgré cette plus grande divergence, ils marquent sur le plan qu'on leur oppose un cercle de lumière plus petit ; car, sans les deux réfractions, les rayons kh , de part & d'autre, auroient été par des lignes droites en m & en n ; mais en se pliant deux fois en h & en g , suivant les proportions dont on a parlé précédemment, ils se resserrent dans l'espace fl , & forment une pyramide irrégulière, quoique symétrique.

I. COROLLAIRE.

Ce que j'ai dit des rayons parallèles qui demeurent tels, après avoir traversé un milieu dense renfermé entre deux surfaces planes & parallèles entr'elles, peut avoir lieu par les mêmes raisons, lorsque le milieu

dense est terminé par deux surfaces courbes, mais concentriques, comme *HI, KL*. Fig. 15. pourvû que l'incidence soit peu oblique, & que les rayons soient près les uns des autres; car alors, comme le rayon réfracté *ab* tombe sur *KL* avec une obliquité très - à - peu - près égale à celle du rayon incident *Aa*, l'angle *Bbp* de réfraction dans l'air ne diffère pas sensiblement de celui de la première incidence *Aap*; & par conséquent, *bB* & *Aa* sont parallèles, ou très-peu s'en faut. Il n'en est pas de même du rayon *Ee*, par rapport à *Dd*; parce que l'inclinaison de *de* sur la surface *KL*, étant plus grande que celle de *Dd* sur *HI*, les angles d'incidence & de réfraction dans l'air ne sont plus dans le rapport d'égalité, comme dans le cas précédent: ce qui fait que le rayon émergent *eE* s'incline à la direction du rayon *Dd*. La différence de ces angles devenant d'autant plus grande, que le rayon *ab*, ou *de*, est plus oblique à la surface *KL*, on doit concevoir que les deux rayons émergens *bB* & *eE* ne sont plus parallèles entr'eux, quoique *Aa* & *Dd* le soient.

XVI.

LEÇON.

II. COROLLAIRE.

XVI.

LEÇON.

Comme c'est le parallélisme des surfaces réfringentes EF , GH , *Fig. 13.* qui fait prendre au rayon émergent Bb , une direction parallèle à celle du premier rayon incident AC , cela ne doit point arriver, quand ces surfaces sont inclinées l'une à l'autre, comme dans la *Fig. 16.* les réfractions, tant en a , qu'en b , se faisant dans le même sens, à cause des inclinaisons opposées des surfaces, la direction du rayon émergent est bB , toujours oblique à l'incidence Aa , plus ou moins, suivant la grandeur des réfractions.

APPLICATIONS.

Le résultat de la seconde Expérience nous apprend pourquoi les verres plans semblables à ceux qu'on met aux fenêtres, les glaces dont on fait les miroirs, &c. ne peuvent servir à condenser la lumière solaire qui les traverse : ces rayons étant comme parallèles entr'eux, ne peuvent jamais être plus inclinés les uns que les autres à un seul plan : ainsi les surfaces

Surfaces réfringentes qui sont droi-
tes, ne changent rien à leur position
respective. Il en est de même des
eaux dormantes, dont la superficie se
met de niveau dans toute son éten-
due; on ne voit jamais que ces mas-
ses liquides, quelque transparentes
& réfringentes qu'elles soient, don-
nent occasion à la lumière parallèle
de former des foyers dans leur sein.

XVI.
LEÇON.

Quand les milieux plus denses que
l'air ont des surfaces droites, & qu'ils
sont fort minces, leur interposition
ne cause pas de changemens sensi-
bles dans les images; au travers des
vitres ou d'une glace de carrosse, on
voit à-peu-près de la même manière
qu'on verroit à la vûe simple dans
un milieu homogène: mais quand il
y a une grande épaisseur, l'objet qui
n'est pas fort éloigné du milieu ré-
fringent, paroît plus près & plus
grand; souvent sa figure change &
sa clarté diminue.

Les rayons divergens qui sortent
d'un verre plat fort épais ou d'un
vase plein d'eau pour entrer dans
l'air, deviennent plus divergens
qu'ils ne l'étoient: c'est le résultat

XVI. de la IV^e Expérience. S'ils entrent
LEÇON. dans l'œil après une telle émerſion ; ils ſemblent venir d'un point moins éloigné que celui d'où ils ſont partis ; l'apparence du point radieux *E*, par exemple , *Fig. 14* , eſt en *e* , & ainſi de tous les autres points viſibles du même corps.

Voilà pourquoi le poiſſon que nous voyons dans l'eau , nous paroît plus élevé vers la ſurface qu'il ne l'eſt réellement : le chasseur qui auroit deſſein de le tuer d'un coup de fuſil , doit avoir égard à cette apparence trompeuſe ; car la charge de plomb ne peut percer qu'une certaine épaiſſeur d'eau , laquelle ſe trouvant plus grande qu'on ne l'a eſtimée , peut mettre le poiſſon hors d'atteinte.

De même , le fond d'un vaſe , d'un baſſin , d'une rivière , ne nous paroît jamais auſſi bas qu'il l'eſt , à cauſe de l'eau qui le couvre ; quand on deſcend dans un bain , on eſt toujours ſurpris de le trouver plus profond qu'on ne s'y attendoit ; & quand on ſe preſſe de prendre quelque choſe dans l'eau , il arrive très-ſouvent qu'on porte la main plus avant qu'on ne

croioit devoir le faire, & qu'on mouille la manche de son habit, pour avoir jugé la profondeur plus petite qu'elle n'est.

XVI.

LEÇON

Lorsqu'on regarde à travers une grande épaisseur d'eau, si les parties de l'objet qui semblent s'élever vers la surface, souffroient toutes un déplacement égal, la figure apparente seroit toujours conforme à ce qu'elle représente; car dans l'image, comme dans l'objet, la figure dépend de la position respective des parties, à laquelle un mouvement commun n'apporte pas de changement: mais le déplacement égal n'a pas lieu dans les cas où l'objet est d'une grande étendue; car les rayons qui viennent des extrémités les plus éloignées de l'œil, tombant plus obliquement que les autres sur la surface de l'air, se réfractent davantage; les faisceaux ou pyramides de lumière divergente, se dilatent vers l'œil, de manière que leurs points de réunion, où sont les apparences, se rapprochent davantage de la surface réfringente, & dans un rapport trop grand, pour conserver à l'image totale une conformité

XVI. parfaite avec son objet. L'œil placé en *k*, *Fig. 14*, pour voir au fond de l'eau un grand objet droit, ou une suite d'objets rangés dans une ligne droite comme *g, d, c, g*, non-seulement apperçoit le tout ensemble plus près de lui, mais les extrémités *g, g* lui paroissent encore plus rapprochées que les autres parties *d, c*, ce qui forme une courbure dont la concavité est tournée vers le spectateur (*a*). C'est ainsi qu'un tuyau de plomb couché sur le fond d'un bassin ne paroît pas droit quoiqu'il le soit, & que le fond du bassin lui-même semble plus creux au milieu que vers les bords, quoiqu'il le soit également par-tout.

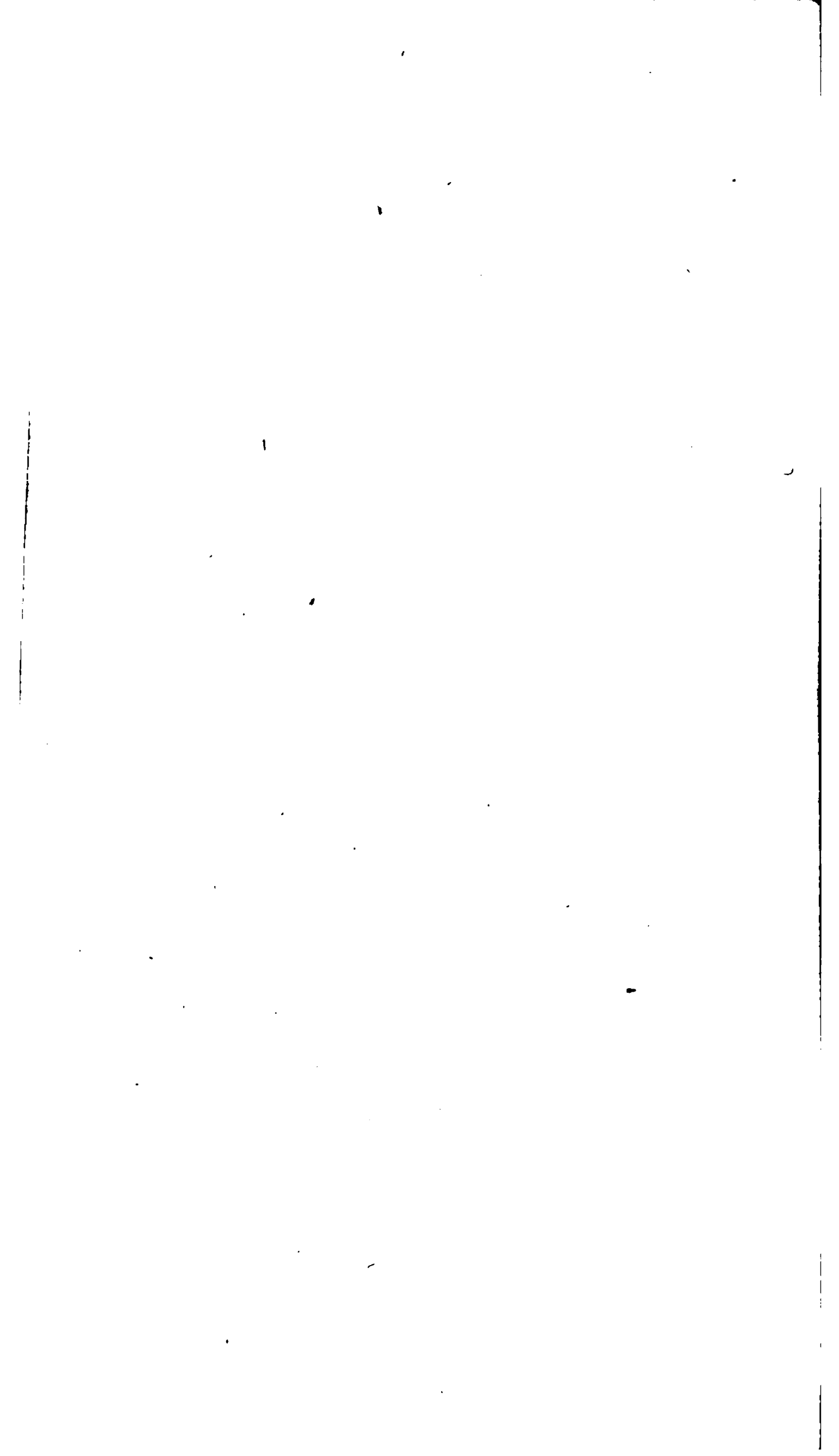
Les milieux denses fort épais, quoiqu'avec des surfaces planes, nous font voir les objets plus grands qu'ils ne le sont; le poisson paroît plus gros dans l'eau que quand on l'en a tiré;

(*a*) Pour apprendre quelle est la nature de cette courbe, & comment elle s'engendre, consultez un beau & sçavant Mémoire de M. de Mairan, imprimé dans le volume de l'Acad. des Sciences pour l'année 1740. dans lequel vous trouverez plusieurs remarques très-curieuses.

Le gravier, les pierres, les plantes, nous trompent de même quand nous les voyons au fond des bassins, des fontaines, des rivières, &c. les espaces nous paroissent aussi plus étendus, les limites qui les comprennent nous semblent laisser entr'elles une plus grande distance; tout cela vient, de ce que des rayons convergens le deviennent davantage en sortant de l'eau pour entrer dans l'air. Qu'on imagine pour un moment que g, g , *Fig. 14.* soient les extrêmités opposées d'un objet que l'on apperçoit au fond de l'eau par les rayons $g h, g h$, l'œil placé en k , juge de la grandeur de cet objet, par l'angle $G k G$, plus grand que $g k g$; & comme la même chose arrive pour toutes les dimensions du corps que l'on voit ainsi, il s'ensuit que tout ce qu'on regarde au travers d'un milieu fort épais & plus dense que l'air, doit paroître amplifié, comme cela arrive en effet.

Ayant l'œil placé directement au-dessus d'un vase plein d'eau ou de quelque autre liqueur limpide, si je regarde une pièce de monnoie ou

XVI. quelque'autre chose semblable, qui
LEÇON. soit au fond & suffisamment éclairée ;
je la vois plus grande que dans l'air ;
mais elle ne me paroît plus hors de sa
place, comme celle dont j'ai fait men-
tion en parlant des effets de la ré-
fraction de la lumière en général.
Je comprends la raison de ce der-
nier effet, en considérant que dans
le cas dont il s'agit, mon œil ap-
perçoit une partie de la pièce (son
centre par exemple) par un faisceau
de rayons, dont l'axe ne souffre point
de réfraction, passant perpendiculai-
rement de l'eau dans l'air ; cette par-
tie de la pièce se voit donc dans son
vrai lieu ou dans sa direction natu-
relle ; les autres sont vûes par des
rayons obliques, par conséquent ré-
fractés, qui les écartent en apparence
de la première qui est comme immo-
bile : par-là l'objet paroît amplifié,
mais non pas déplacé quant à la di-
rection : la figure même n'en est pas
sensiblement altérée, si l'on dirige
son regard de façon, que le rayon
direct vienne du milieu de l'objet
qu'on se propose de voir, à moins
que cet objet ne soit fort grand.



Un morceau de verre épais dont les faces opposées, quoique planes, sont inclinées l'une vers l'autre, fait toujours voir les objets hors de leurs vrais lieux, parce que, de quelque façon qu'on s'y prenne en regardant au travers de ces corps transparens, tous les rayons qui viennent à l'œil sans en excepter aucun, souffrent au moins une réfraction, soit en entrant, soit en sortant; je dis au moins une réfraction, car si quelqu'un des rayons incidens est oblique à l'une des deux surfaces, & qu'après être entré, il soit encore oblique à l'autre, il sera réfracté deux fois, comme on le peut voir par la Fig. 16. & s'il est perpendiculaire à la première, il en sera plus oblique sur la seconde.

Et si ce verre est taillé de manière qu'une de ses surfaces soit en partie parallèle à l'autre, en partie inclinée, il pourra faire voir l'objet en même-temps dans deux lieux différens, comme il arrive quand une glace de carrosse est terminée par un large biseau, & qu'on dirige ses regards vers les bords, pour voir les objets extérieurs.

XVI. C'est en conséquence de cet effet, qu'on travaille exprès des verres à plusieurs facettes, qu'on nomme *multipliants*, parce qu'en effet, ils multiplient l'image d'un objet qu'on regarde au travers de leur épaisseur. Après ce que je viens de dire touchant les corps réfringens terminés par des surfaces inclinées, l'inspection seule de la *Fig. 17*, suffit pour faire comprendre la raison de cette multiplication d'images. Car on peut remarquer que les quatre faces *ac*, *cd*, *de*, & *eb*, étant toutes inclinées à la grande face *ab*, font converger chacune séparément vers le même œil *E*, des rayons qui partent des extrémités opposées de l'objet *F*. D'où il arrive que ceux qui tombent sur *ac*, après les deux réfractions, produisent une image en *G*; ceux qui tombent sur la facette *cd*, une autre image en *H*; & enfin ceux qui passent par *de* & par *eb*, représentent le même objet séparément en *I* & en *K*: ce qui fait autant d'images que de facettes.

On voit distinctement & complètement l'image par toutes les facettes

tes , lorsque chacune d'elles reçoit des rayons de toutes les extrémités opposées de l'objet , qu'après les réfractions , ces rayons sont convergens vers un même endroit , & que les faisceaux qui appartiennent à chaque point visible , ont conservé ou repris un peu de divergence ; la première & la seconde de ces conditions venant à manquer , chaque facette ne fait voir qu'une partie de l'objet ; sans la troisième on ne voit rien que très-confusément. Pour éviter ces défauts , on ne doit regarder avec ces sortes de verres les grands objets que de loin , & de près , seulement les petits ; il faut encore leur donner des faces d'une certaine largeur , lesquelles , par leurs inclinaisons respectives , ne forment pas une trop grande convexité , & enfin ne les approchent pas trop près de l'œil. On verra mieux comment il faut user de ces précautions , & les effets qu'on en peut attendre , quand nous aurons parlé de la vision à travers les milieux réfringens , terminés par des surfaces convexes.

QUATRIEME CAS.

XVI.

LEÇON. *Si des rayons parallèles passent d'un milieu rare dans un milieu plus dense, terminé par une surface convexe;*

V. EXPERIENCE.

PRÉPARATION.

Il faut placer la caisse représentée par la Fig. 9. de façon qu'un jet de lumière cylindrique & horizontal, tombe directement sur la surface du verre convexe qui est cimenté à l'un des petits côtés; après quoi on la remplit d'eau.

EFFETS.

Aussi-tôt qu'on a mis l'eau dans la caisse, on observe, que la lumière est convergente & se croise de tous les côtés sur l'axe du cylindre, lequel par cet effet, prend la forme d'une pyramide, dont la pointe se porte en avant dans la caisse, comme on le voit par la Fig. 18.



CINQUIEME CAS.

XVI.

LEÇONS

Si des rayons convergens qui sortent d'un milieu rare sont reçus dans un milieu plus dense, & terminés par une surface convexe.

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Tout étant disposé comme dans l'Expérience précédente, il faut faire passer par la surface convexe de la caisse, avant qu'il y ait de l'eau, une pyramide de lumière, dont le point de convergence soit justement au centre de cette convexité, marquer cet endroit avec un index qu'on élève à côté, & remplir ce vaisseau avec de l'eau claire.

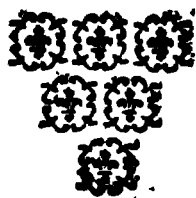
On répète ensuite la même épreuve successivement avec deux autres pyramides de lumière, dont l'une ait sa pointe en-deçà & l'autre au-delà du centre de la convexité: lorsqu'il n'y a point encore d'eau dans la caisse, l'on marque à chaque fois où se termine la pyramide lumineuse, & l'on finit par mettre de l'eau, comme dans les autres Expériences.

 XVI.
 LEÇON.

Lorsque les rayons de lumière convergent naturellement au centre de la convexité de la surface réfringente, l'eau qu'on met dans la caisse ne change rien à leur direction; la pointe de la pyramide de lumière demeure constamment vis-à-vis de l'index, *A*, Fig. 19.

Quand les rayons tendent naturellement à se réunir ou à se croiser, plus près de la surface réfringente que le centre de sa courbure, l'eau qu'on met dans la caisse fait alonger la pointe de la pyramide lumineuse, *B*, Fig. 19.

Et au contraire, on voit cette même pointe s'accourcir, quand on fait la même épreuve avec des rayons qui convergent au-delà de ce même centre, *C*, Fig. 19.



SIXIEME CAS,

XVI.

LEÇON.

*Si des rayons de lumière divergens passent
d'un milieu rare dans un plus dense,
terminé par une surface convexe,*

VII. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La caisse étant toujours tournée du même sens, & vuide d'eau, il faut y faire entrer par la surface convexe, la lumière qui commence à diverger au bout de quelqu'une des pyramides dont on a fait usage dans les Expériences précédentes, recevoir cette lumière sur un plan élevé verticalement dans la caisse à 6 ou 7 pouces de distance de la surface réfringente, & marquer la grandeur du cercle lumineux qu'elle fait sur le plan, avant qu'il y ait de l'eau.

EFFETS,

Lorsqu'on a versé l'eau dans la caisse, le cercle lumineux dont je viens de parler, paroît sensiblement diminué de grandeur,

Si l'on éloigne de plus en plus la

~~caisse~~ du point d'où procèdent les rayons divergens, la base de la pyramide qu'ils forment se rétrécit peu à peu, le jet de lumière devient cylindrique, & si l'on continue d'éloigner la caisse, les rayons commencent à converger en avant, Voyez la Fig. 20.

Il résulte de ces trois dernières Expériences, 1°. Que les rayons de lumière en passant d'un milieu rare dans un milieu plus dense, terminé par une surface convexe, deviennent convergens, s'ils étoient parallèles.

2°. Que s'ils sont convergens au centre de la sphéricité du milieu réfringent, ils ne se réfractent point.

3°. Que leur convergence diminue, s'ils tendent à se réunir plus près que le centre de la sphéricité, & qu'elle augmente au contraire, si leur point de réunion naturelle est au-delà de ce même centre.

4°. Enfin que les rayons divergens perdent pour le moins une partie de leur divergence, ce qui peut aller jusqu'à les rendre parallèles, & même convergens,

Dans toutes ces Expériences où la lumière prend la forme d'une pyramide, en passant par des surfaces réfringentes dont la courbure est sphérique, on peut observer, que l'endroit où les rayons se réunissent & se croisent, n'est pas précisément un point, mais un petit espace circulaire qu'on distingue très-bien, en y présentant un carton blanc, & qui est d'autant moins rétréci, que la surface sphérique qui reçoit les rayons incidens, est plus large.

EXPLICATION,

La position respective des rayons réfractés dépend de la déviation particulière que chacun d'eux a soufferte; & cette déviation dans un milieu déterminé, est proportionnelle au degré d'obliquité des incidences; or, cette obliquité peut varier, ou parce que les rayons tombent avec différentes directions sur une surface droite, ou parce que les parties de la surface réfringente ne sont pas dans un même plan, C'est ce dernier

cas qui a lieu dans la V^e Expérience.

XVI. Les rayons de lumière sont tous dirigés les uns comme les autres , puisqu'ils sont parallèles entr'eux ; mais les parties de la surface convexe qui les reçoit , doivent être considérées comme autant de plans infiniment petits , & insensiblement inclinés les uns aux autres. Dans un faisceau de rayons parallèles , qui se présente directement à la surface convexe , il y en a un qui tombe perpendiculairement sur une de ces facettes & qui suit l'axe *AB* de la convexité , *Fig. 21.* sans souffrir aucune réfraction ; mais c'est le seul à qui cela arrive : tous les autres sont nécessairement inclinés aux parties circonvoisines , parce que celles-ci le sont à celle du milieu , & que les rayons ne le sont point entr'eux

Les rayons les plus près de l'axe , comme *d e* , ne sont presque point obliques à la surface réfringente , aussi leur réfraction n'est-elle pas fort grande ; mais quelque petite qu'elle soit , ou par ce peu d'obliquité , ou par la nature du milieu réfringent , il faut toujours que de part & d'autre

tre ils aillent se croiser en quelque endroit sur l'axe AB . Ce sera plus près ou plus loin, suivant le pouvoir réfractif du milieu, & la courbure plus ou moins grande de la surface (a).

XVI.
L B G O. H.

Si les rayons qui sont un peu plus loin comme fg , ne se réfractoient que de la même quantité, ils deviendroient parallèles à eD , & se croiseroient plus loin sur le même axe, ce qui rendroit la pointe de la pyramide fort grosse & mal terminée; mais comme la surface est plus inclinée au rayon incident en g qu'en e , la réfraction est plus forte, & dans une telle proportion, que ces derniers rayons réfractés viennent se réunir presque au même point avec les précédents eD .

Je dis presque au même point, parce que cela n'est pas, à parler exactement; les inclinaisons successives que donne la courbure circulaire ou

(a) ED , Fig. 21, distance du foyer des rayons parallèles, pris auprès de l'axe, est à CD , distance de ce foyer au centre de la sphéricité, comme le sinus d'incidence est au sinus de réfraction, c'est-à-dire, dans le rapport de 4 à 3, ou à peu près, si le milieu réfringent est de l'eau, ou de 3 à 2, si c'est du verre.

XVI.
LEÇON. sphérique , n'ont point entr'elles le rapport qu'il faudroit , pour faire converger au même point les rayons qui sont parallèles dans leur incidence ; on s'en apperçoit sensiblement , quand on suit la marche d'un rayon fort écarté de l'axe , comme *hi* , en l'assujettissant aux loix de la réfraction ; on trouve que l'inclinaison de la surface est un peu trop grande en *i* , ce qui fait prendre au rayon réfracté plus de convergence qu'il ne lui en faut , pour se réunir au même endroit que les autres. Voilà pourquoi , toutes les pyramides de lumière que l'on forme par le moyen des surfaces sphériques réfringentes ou réfléchissantes , (quand elles sont fort larges) ne finissent jamais par une pointe bien aiguë , & que ces foyers sont toujours un cercle d'une certaine étendue. Aussi les Opticiens qui traitent ces matières avec l'exactitude géométrique , ont soin de restreindre leur théorie à des portions de lumière qui n'occupent qu'une petite partie de ces sortes de surfaces.

Dans la VI^e Expérience , la pyra-

mière de lumière ne reçoit aucun changement en passant de l'air dans l'eau, lorsque la convergence naturelle de ses rayons est au centre de la convexité du milieu réfringent ; parce qu'alors la lumière n'est pas dans le cas de souffrir réfraction, tous les rayons incidens étant comme *Ab*, *dh*, *ef*, Fig. 22. perpendiculaires à toutes les parties de la courbe *f b h*.

Mais quand les rayons de la pyramide ont leur point de convergence naturelle plus près de la surface réfringente, que le centre *C*, comme *ik*, ou plus loin, comme *gl*, alors leur incidence est oblique : dans le premier cas la pyramide s'allonge ; parce que les rayons réfractés s'approchent de la ligne qui est, comme *Cd*, perpendiculaire au point d'incidence ; & dans le second cas elle s'accourcit, par la même raison.

Le cercle lumineux de la VII^e Expérience diminue de grandeur, quand on met de l'eau dans la caisse, parce que les rayons qui forment la pyramide dont il est la base, se rapprochent les uns des autres ou de l'axe

C c ij

AB, *Fig. 23.* en se réfractant vers des lignes semblables à *Ce*, perpendiculaires aux points d'incidence; & cet effet doit augmenter, à mesure que les rayons incidens deviennent moins divergens, comme il arrive, lorsqu'on éloigne la surface *lbm*, du point d'où les rayons commencent à diverger: voilà pourquoi, lorsque l'on continue d'éloigner la caisse, les rayons réfractés passent d'une moindre divergence au parallélisme, & de-là à la convergence.

Pour sçavoir ce que deviendroient des rayons de lumière, tels qu'ils ont été employés dans les trois dernières Expériences, s'ils passeroient d'une masse d'eau terminée par une surface convexe, dans une masse d'air contiguë, il n'y a qu'à prendre pour rayons incidens, *Fig. 21*, *22*, & *23*, ceux que nous avons considérés comme rayons réfractés: on verra, par exemple, que des rayons qui seroient parallèles dans le milieu le plus dense, deviendroient convergens, en entrant dans le plus rare; que ceux qui seroient convergens le deviendroient davantage; &c.

Certains Artistes qui ont besoin d'une forte lumière, & qui travaillent long-tems de suite sur de petites pièces, tels que sont les Graveurs & Ciseleurs en bijouterie, les Méteurs en œuvre, les Horlogers, &c. s'éclairent assez communément le soir, avec une lampe dont ils font passer la lumière au travers d'une bouteille de verre mince & ronde, qu'on nomme *bocal*, & qu'ils emplissent d'eau bien claire, Fig. 24. la flamme d'une chandelle, ou d'une lampe, étant placée près de ce vaisseau, jette sur une grande partie de sa surface sphérique des rayons divergens qui le deviennent beaucoup moins, comme ceux de la VII^e Expérience; & par la même cause, cette lumière perd ensuite le reste de sa divergence, en passant de l'eau dans l'air, parce que de part & d'autre elle se réfracte, en s'éloignant des lignes *pc*, *pc*, ce qui resserre les rayons dans un plus petit espace, jusqu'à les rendre parallèles ou convergens.

XVI.
LEÇON.

Les corps solides qui sont plongés dans des vaisseaux de verre remplis d'eau, ou de quelque autre liqueur transparente, nous paroissent pour l'ordinaire sous des figures difformes, quand nous les regardons à travers les parois de ces vaisseaux, (qui sont le plus souvent courbes dans un sens, & droits dans l'autre) parce que certaines dimensions se ressentent plus que d'autres des effets de la réfraction. Soit, par exemple, un vase cylindrique, *Fig. 25.* rempli d'eau, dans le milieu duquel on ait suspendu une boule parfaitement ronde, dont le diamètre vertical soit *AB*; l'œil recevant l'image de cette ligne par des rayons réfractés dans un même plan *bc*, la verra à peu de chose près dans sa grandeur naturelle; au lieu que le diamètre *AB*, *Fig. 26.* s'il est horizontal, sera aperçu sous l'angle *AfB*, qui est plus grand que dans la Figure précédente, à cause des réfractions qui sont plus fortes en *d* & en *e*, qu'elles ne le sont en *b* & en *c*: ainsi la boule paroitra fort ovale à quiconque placera l'œil, comme il l'est dans ces deux figures.

.

.

*
*
*

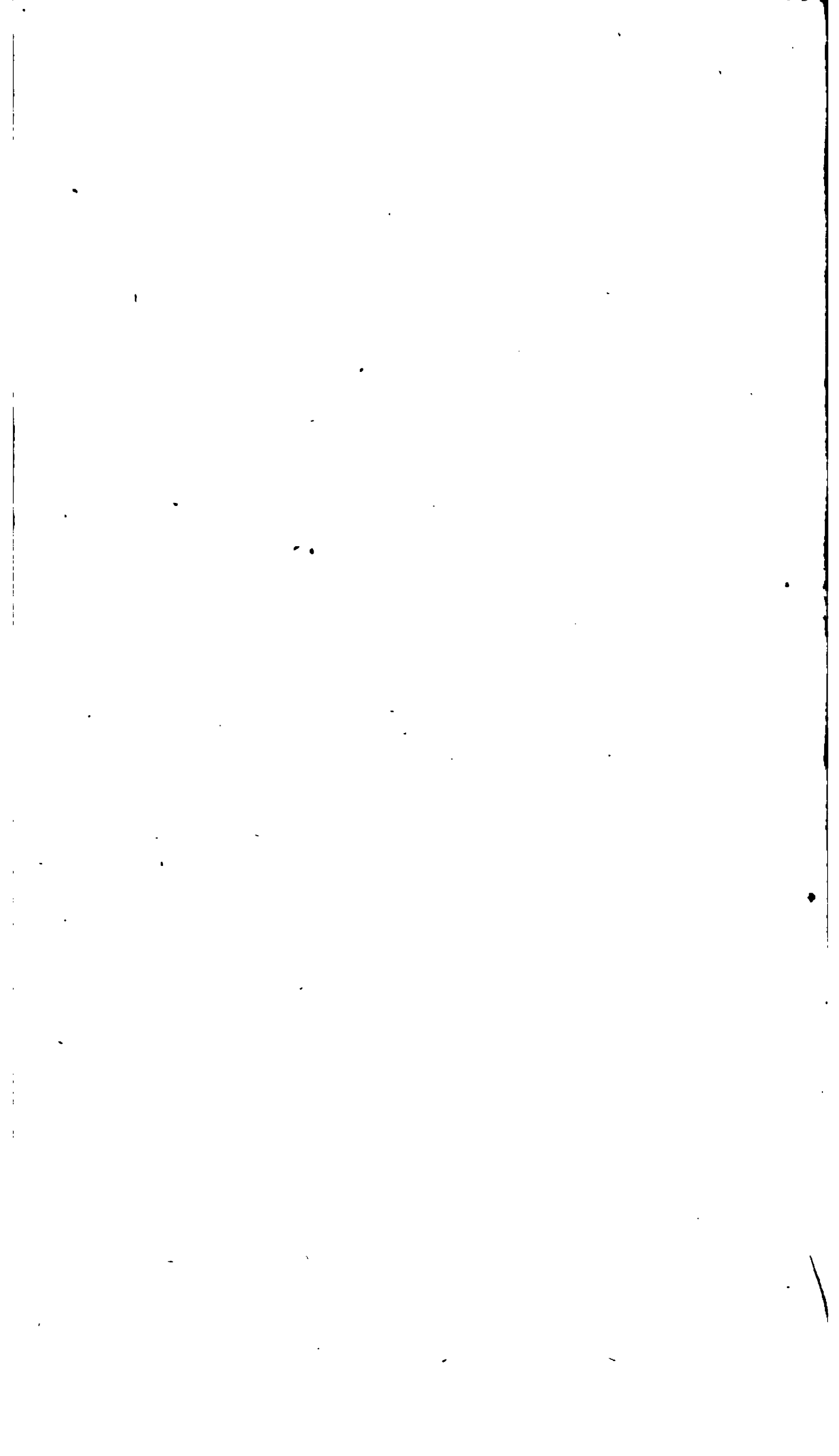
*

.

[
[
[
[

.

, ' ,
, ' ,



Les bocaux, dont j'ai parlé ci-dessus, les boules de lustre qui sont creuses & remplies d'eau, ou qui sont massives de verre, en général, tous les corps transparens & arrondis en forme de sphères, ou à peu près, sont capables de rassembler les rayons solaires qui sont presque parallèles, & d'en former des foyers, où s'allument des matières combustibles ; mais ce seroit s'abuser, que de croire, comme je l'ai oui dire quelquefois, que de tels corps suspendus & isolés au milieu d'un appartement, ont mis le feu aux meubles, ou aux lambris : on ne doit point craindre de pareils accidens, quand on saura que le foyer des rayons parallèles qu'ils réfractent, ne s'étend que très-peu au-delà de leur sphère à une distance qui égale le quart, ou tout au plus, la moitié de leur diamètre (a), outre que ces foyers sont très-foibles, à cause du grand déchet que la lumière souffre en traversant une si grande épaisseur.

Les Opticiens attentifs à ce der-

(a) Cela varie suivant la densité, ou le pouvoir réfractif de ces corps.

XVI. nier effet ont imaginé un moyen de rendre ces corps réfringens plus minces, sans préjudice à la propriété qu'ils ont de condenser la lumière, ou de former des foyers. Ils ont considéré, 1°. que quand les rayons incidens les plus écartés de l'axe *AF*, *Fig. 27.* rencontrent la surface du verre avec un certain degré d'obliquité, comme de 47 à 48 degrés, au lieu de pénétrer dans son épaisseur, & de s'y réfracter, ils ne faisoient plus que glisser, pour ainsi dire, dessus, & se réfléchir, comme on le voit au point *i*; 2°. que quand un rayon, comme *de*, entre dans le verre, & s'y réfracte, il continue de se mouvoir, en ligne droite jusqu'en *g*, que le trajet soit grand ou petit; parce que la lumière ne se détourne point dans un milieu homogène. De ces deux considérations ils ont conclu très-judicieusement, qu'on pouvoit supprimer toute l'épaisseur *cikl*, comme nuisible au passage de la lumière, & comme inutile à la réunion des rayons. Ils ont donc rapproché l'un de l'autre les deux segmens *chi*, & *ml*, pour en faire un seul corps d'une

d'une forme lenticulaire *chin*, par le moyen duquel les rayons parallèles à l'axe, comme *op*, se réunissent, non pas aussi près, mais en plus grand nombre, que s'ils avoient eu à traverser la sphère entière. XVI.
L E Ç O N.

En taillant ainsi les verres en forme de lentilles, on en diminue beaucoup l'épaisseur; il y en auroit encore trop cependant, si l'on vouloit laisser aux segmens des sphères qui les forment, l'étendue qu'ils devroient avoir pour comprendre tous les rayons solaires qu'ils pourroient réfracter; le diamètre *ci* d'une lentille étant la corde d'un arc *chi* de deux fois 47 ou 48 degrés, l'épaisseur *hn* seroit environ le tiers du diamètre de la sphère: ce qui seroit impraticable dans les grands verres, par la difficulté de les fondre, par le poids énorme qu'ils auroient, &c. & d'un mauvais usage même dans les petits; parce qu'on perdrait plus de lumière par la grande épaisseur, qu'on n'en gagneroit par l'étendue des surfaces. On se contente donc de segmens beaucoup plus petits, comme *qhr*, par exemple; & alors avec une moi-

XVI. dre quantité de rayons incidens , &
LEÇON. une plus grande transparence , on
 parvient à peu près aux mêmes ef-
 fets.

J'ai déjà remarqué que les surfaces sphériques ne sont pas les plus propres à faire converger les rayons dans le plus petit espace possible : on sçait bien celles qui devroient leur être préférées pour cet effet ; mais on a trouvé trop de difficulté à travailler le verre sous la forme qu'il faudroit lui donner ; d'ailleurs , quand cela se pourroit , on ne parviendroit jamais à rendre tous les rayons de la lumière convergens vers un seul point ; parce que , comme on le verra par la suite , ils ne se rompent pas tous également dans le même milieu.

En traitant du feu dans la 13^e. Leçon * , j'ai fait voir , qu'il est possible de rassembler dans un petit espace une grande quantité de jets de lumière , par des miroirs plans arrangés dans un châssis , & inclinés de manière , qu'ils réfléchissent tous les rayons vers le même lieu. On aura , si l'on veut , un effet à peu près

* Tom. IV,
 pag. 339.

semblable par réfraction ; car puisqu'un rayon solaire en traversant un morceau de verre dont les deux surfaces sont planes & inclinées l'une à l'autre , se plie nécessairement vers le bord le plus épais , en opposant de pareils verres les uns aux autres dans un même bâti , on ménageroit l'inclinaison des rayons réfractés , de manière qu'ils tomberoient sur un même endroit à quelque distance de la machine : on en voit un exemple en petit dans les verres à facettes , dont j'ai fait mention ci-dessus. Car , en les exposant au soleil , on peut remarquer , que tous les jets de lumière qui passent par les petites faces inclinées à la grande , vont se réunir & se croiser dans un foyer commun : si toutes ces parties du verre étoient plus grandes , séparées les unes des autres , & arrangées dans un cadre , comme elles le sont dans le même morceau , par la façon dont il est taillé , il n'est pas douteux que pareil effet n'arrivât.

Quand on veut accourcir & rétrécir le foyer d'un grand verre convexe , on fait passer la pyramide de

XVI.
LEÇON.

lumière qui en sort , par l'épaisseur d'une autre lentille plus convexe ; & alors conformément au résultat de la VI^e Expérience , les rayons qui tombent sur ce dernier verre avec un degré de convergence , qui les fait tendre au-delà du centre de sa sphéricité , ne manquent pas de s'incliner davantage à l'axe , tant en entrant qu'en sortant ; ce qui les réunit plutôt , & dans un plus petit espace : c'étoit ainsi que M. Tschirnausen en usoit pour augmenter l'activité des rayons solaires au foyer de ses grands verres , dont j'ai fait mention en parlant des différens moyens d'exciter le feu. * Mais je ne sçai s'il y a tant à compter sur ce moyen ; la seconde lentille intercepte beaucoup de rayons ; & les foyers les plus rétrécis , quand il n'y a qu'une si petite différence , n'en sont peut-être pas plus efficaces pour les effets qu'on cherche à produire.

* Tom. IV.
XII. Leçon,
p. 335.

L'effet le plus remarquable des lentilles , ou des loupes de verre , celui dont on fait le plus d'usage , c'est de nous faire voir les objets plus grands qu'ils ne nous le paroissent.

sent à la vûe simple. Cela vient de ce que les rayons qui partent des parties opposées Aa, bb, cc , Fig. 28. convergens comme Ad, ae , paralleles comme bd, be ; ou divergens comme cd, ce , après avoir souffert les deux réfractions, se réunissent de l'autre côté du verre; les uns plus près, les autres plus loin; mais toujours en formant des angles plus grands, qu'en formeroient aux mêmes distances les rayons qui viendroient en droites lignes des mêmes endroits de l'objet: car, par exemple, à la vûe simple, l'œil placé en h verroit l'objet sous l'angle Aha ; par le moyen du verre, il l'apperoit sous l'angle dhe , qui est plus ouvert.

Ce seroit encore la même chose, si l'on supposoit l'œil placé en f , ou en g ; mais comme le premier de ces deux points est celui où se réunissent les rayons paralleles, & qu'il n'en peut venir de tels des espaces compris entre ab & Ab , l'objet ne peut y être vu tout entier, s'il est de la grandeur qu'on le suppose ici, par rapport au diamètre de la lentille; & l'on en verra encore moins du point g ,

XVI. où il ne peut arriver que des rayons
LEÇON. qui auroient été divergens dans leur
 incidence, comme cd , ce .

Si vous éloignez l'objet au-delà du point F , *Fig. 29.* qui est le foyer des rayons parallèles, quand la lumière vient de l'autre côté du verre, vous ne le voyez plus que confusément ; parce que les faisceaux des rayons divergens lm , qui procèdent de chaque point de sa surface, après les deux réfractions, deviennent, ou parallèles, ou convergens, comme on l'a vu par la VII^e Expérience ; & j'ai déjà dit plusieurs fois, que quand ils entrent ainsi dans un œil bien constitué, la vision n'est pas distincte ; il faut qu'en sortant du verre, ils aient encore un peu de divergence, & par conséquent, un point de concours, comme no , pq .

Ce n'est pas qu'on ne puisse voir distinctement l'image d'un objet, quand le verre a rendu ces faisceaux de rayons convergens entr'eux ; mais alors cette image est entre le verre & l'œil, & elle est renversée. Cela arrive, lorsque la distance de l'objet au verre, & du verre à l'œil, les

faisceaux qui doivent se réunir en quelque endroit après les réfractions, se croisent avant que d'entrer dans la lentille, comme on le voit en *C*, *Fig. 30.* & que les rayons qui composent chacun d'eux, étant devenus convergens, se croisent aussi à une certaine distance, avant que de rencontrer l'œil, comme en *a* & en *b*. A ces derniers points de réunion, ou de croisement, il se forme une image de l'objet que l'on peut recevoir sur un carton blanc, ou voir immédiatement, en plaçant l'œil en *D*, c'est-à-dire à telle distance où les rayons de chaque faisceau, ayant repris un degré de divergence à peu près semblable à celui qu'ils auroient, si l'on appercevoit l'objet à la vûe simple. L'image *ab* est renversée, parce qu'elle est formée par des faisceaux qui se sont croisés en *C*: ce qui fait que la partie *A* la plus élevée de l'objet est représentée en bas.

Quand l'image est du côté de l'objet, elle est plus loin que lui; car chaque point de sa surface étant vu par des rayons qui deviennent moins divergens, comme *np*, *pq*, *Fig. 29.*

D d iv

XVI.

LEÇON.

XVI.
LEÇON.

leur point de concours f , où nous le rapportons, est plus éloigné que celui d'où ces rayons sont partis ; mais comme ces sortes de verres amplifient les images en même-tems qu'ils les éloignent, nous avons peine à sentir ce dernier effet ; parce que nous sommes naturellement portés à croire, qu'un objet connu est plus près de nous, quand nous le voyons plus grand. Pour vaincre ce préjugé, il faut regarder un corps qui soit long & menu, de manière qu'on en voye une partie à travers la lentille, & l'autre, à la vûe simple ; on reconnoîtra que la dernière est plus près de l'œil, que l'image de la première.

Les verres convexes font entrer dans l'œil des rayons qui n'y entre-roient pas, si l'on voyoit l'objet sans eux : c'est une conséquence nécessaire, de ce qu'ils rendent la lumière moins divergente, les rayons réfractés étant plus resserrés entr'eux, la prunelle doit en embrasser qui lui auroient échappé. A cet égard on a raison de dire que les loupes, ou lentilles de verre, nous font voir avec plus de clarté ; mais il faut confi-

dérer aussi que tous les rayons qui tombent sur leur surface, ne parviennent point à l'œil ; il y en a beaucoup qui sont réfléchis vers l'objet , & l'épaisseur du verre en absorbe encore une quantité , sans compter ce qui s'en détourne au passage du verre dans l'air ; de sorte que , tout compté , il y a bien des cas où l'on trouveroit à peine ces pertes compensées , par la quantité de lumière que la réfraction amène à l'œil.

Ce que l'on regarde à travers une lentille , paroît souvent sous une figure difforme , parce que les effets de la réfraction ne sont pas égaux , pour tous les faisceaux de lumière qui viennent des différentes parties de l'objet à l'œil : c'est ce qui arrive principalement , quand cet objet est grand , & que le verre a beaucoup de convexité ; car alors il est très-rare que tous les points de la surface réfringente se trouvent également éloignés de ceux d'où procèdent les rayons , ce qui fait que l'œil rapporte ceux-ci à des distances qui n'ont point entr'elles la même proportion qu'elles ont dans l'objet ;

XVI.
LEÇON. parce que la divergence des rayons, qui lui en tracent les images est diminuée pour les uns plus que pour les autres. La même cause qui altère la figure, peut faire aussi que certaines parties se voyent très-confusément, tandis que d'autres se représentent d'une manière très-distincte; c'est surtout, aux extrémités de l'image que cela s'apperçoit, quand les verres sont d'un foyer court. En pareil cas, on doit encore considérer, que les réfractions qui se font vers les bords de la lentille, ne concourent pas régulièrement avec celles du milieu, ou qui avoisinent l'axe, comme je l'ai déjà remarqué ci-dessus.

S E P T I E M E C A S.

Si des rayons parallèles de lumière passent d'un milieu rare dans un milieu dense, terminé par une surface concave.

V I I I. E X P E R I E N C E.

P R E P A R A T I O N.

Dans cette Expérience, comme dans les deux suivantes, on se sert encore de la caisse qui est représentée

par la *Figure 9.* mais au lieu de faire tomber le jet cylindrique de lumière sur le verre convexe qui termine un des petits côtés, on le dirige dans la concavité de celui qui est à l'autre bout ; de manière qu'il marque sur un plan vertical élevé dans la caisse, un cercle lumineux dont on mesure le diamètre : après quoi on met de l'eau à l'ordinaire.

XVI.
L E Ç O N

E F F E T S.

Aussi-tôt qu'on a versé l'eau dans la caisse, on observe que le jet de lumière s'est élargi, à compter depuis son entrée dans l'eau, & que le cercle lumineux qu'il marque sur le plan vertical, devient plus grand à mesure qu'on éloigne ce plan de la surface réfringente. Voyez la *Fig. 31.*

H U I T I È M E C A S.

Si des rayons convergens passent d'un milieu rare dans un milieu dense qui soit terminé par une surface concave.

I X. E X P E R I E N C E.

P R E P A R A T I O N.

Après avoir seulement ôté l'eau de

la caisse, il faut y introduire par le même endroit que ci-dessus, & successivement, plusieurs jets de lumière, tantôt plus, tantôt moins convergente, semblables à ceux de la VI^e Expérience, marquer les distances où se terminent les pointes de ces pyramides, & verser de l'eau dans la caisse.

E F F E T S.

Quelque grande que soit la convergence de la lumière qui entre dans la caisse, aussi-tôt qu'on y a mis de l'eau, la pyramide ne manque pas de s'allonger sensiblement; & l'on peut observer qu'elle prend une forme irrégulière, étant plus menuë à son entrée dans l'eau, qu'elle ne le seroit, si les lignes étoient bien droites de sa base à sa pointe. *Fig. 32.* Si l'on fait la même épreuve avec des rayons d'une moindre convergence, on les voit s'écarter les uns des autres de plus en plus jusqu'au parallélisme, & même jusqu'à la divergence.



NEUVIEME CAS.

XVI.

LEÇON.

Si des rayons divergens sortent d'un milieu rare pour entrer dans un milieu plus dense, qui soit terminé par une surface concave.

X. EXPERIENCE,

PREPARATION.

Tout étant disposé comme dans la dernière Expérience, éloignez la caisse jusqu'à ce que la pointe de la pyramide lumineuse où les rayons se croisent, & commencent à diverger, se trouve précisément au centre de la concavité du verre : recevez la base de cette pyramide de lumière sur un plan élevé verticalement à 7 ou 8 pouces de distance dans la caisse ; mesurez-en le diamètre, & mettez de l'eau dans la caisse.

Réitérez l'Expérience, après avoir avancé la caisse plus près du point C, & ensuite après l'avoir éloignée de ce même point, plus qu'elle ne l'étoit dans la première épreuve,

EFFETS,

Dans le premier cas, la caisse étant

remplie d'eau , le cercle lumineux ne change point de grandeur , ni la pyramide de forme.

Dans le second , la base de la pyramide devient moins large dans l'eau , qu'elle ne l'étoit dans l'air.

Dans le troisième , elle s'élargit davantage ; & dans l'un & dans l'autre de ces deux derniers , cette pyramide se défigure un peu , comme on le peut voir par la *Fig. 33.* en *P* & en *E*.

Il résulte de ces trois dernières Expériences , qu'en passant d'un milieu rare dans un milieu dense terminé par une surface concave , 1°. les rayons parallèles deviennent divergens.

2°. Les rayons convergens perdent une partie de leur convergence.

3°. Les rayons divergens qui ont leur point de dispersion au centre de la concavité , ne souffrent aucune réfraction ; ceux qui viennent de plus loin que le centre , deviennent plus divergens , & ceux qui divergent de plus près , perdent une partie de leur divergence.

Dans la VIII^e Expérience , les rayons parallèles deviennent divergens en entrant dans l'eau , parce que tombant d'un milieu rare sur la surface d'un milieu dense , qui se présente obliquement à cause de sa courbure , ils se réfractent en s'approchant des lignes *Cf* , *Cg* , *Fig. 34.* qui sont les perpendiculaires à la surface *b h e* ; puisque ce sont les rayons prolongés de cette concavité ; & comme la même chose se passe pour tous les rayons de lumière qui sont autour de l'axe *Ch* , il résulte de-là une figure conique , dont la base est plus large que celle du cylindre *a b d e* , que forment les rayons incidens.

Nous voyons par la IX^e Expérience , que des rayons convergens , comme *a b* , *d e* , *Fig. 35.* le deviennent moins en passant dans l'eau : cet effet est une conséquence nécessaire , de ce que les rayons réfractés *bi* , *ei* , s'approchent des perpendiculaires *Cf* , *Cg* . Et quand les rayons incidens ont moins de tendance à se réunir , l'écartement des rayons réfractés doit

[Illegible text block]

[Illegible text block]

faces concaves. L'eau & les autres liqueurs transparentes, ont presque toujours des superficies planes ; & quand elles remplissent des vaisseaux, ou des bassins dont les fonds sont convexes, à moins que ces fonds eux-mêmes ne soient minces & transparens, pour donner passage à des rayons qui viendroient de plus loin, on ne doit pas s'attendre que ces masses liquides nous montrent des effets qui aient rapport à ceux que je viens d'expliquer ; mais l'art produit des corps d'une transparence & d'une figure propres à raréfier la lumière, & qui ont été imaginés dans l'intention de changer en certains cas les directions respectives & naturelles de ses rayons ; tels sont les verres qui sont creux par un côté, & plans par l'autre, & ceux dont les deux surfaces sont concaves.

Ces sortes de verres ont trois effets remarquables : ils font voir les objets plus petits qu'ils ne le sont, plus près qu'on ne les verroit à la vue simple, & avec moins de clarté. Pour déduire plus facilement de nos Expériences les explications de ces apparences, nous supposerons des

XVI. verres d'une concavité sphérique ;
LEÇON. comme ils le sont presque toujours ; & cette concavité égale de part & d'autre , comme on le voit par la *Fig. 37.* qui représente la coupe d'un de ces verres , selon l'axe de sa sphéricité.

Toute cause qui diminue la convergence des rayons de lumière ; qui viennent des extrémités d'un objet à l'œil , diminue nécessairement la grandeur apparente de cet objet ; puisqu'alors il est apperçu sous un plus petit angle , voilà précisément ce que fait un verre concave ; car suivant le résultat de la IX^e Expérience , les rayons *Ad* , *Be* , qui concourent naturellement en *D* , deviennent moins convergens dans l'épaisseur du verre , qu'ils ne l'étoient avant d'y entrer ; s'il arrive alors que ces rayons réfractés convergent précisément au point *F* qui est le centre de l'autre concavité *GHI* , ils sortent du verre sans souffrir une seconde réfraction ; mais la grandeur apparente de l'objet est toujours diminuée : il est apperçu sous l'angle *aFb* ; au lieu que , sans l'interposition du verre , il l'eût été sous l'angle *AFB* , qui est plus grand.

Dans le cas où les rayons réfractés df , eg , tendroient à se joindre plus loin que le point F , l'angle visuel deviendrait encore plus petit; car en sortant du verre pour rentrer dans l'air, ces rayons souffriroient une autre réfraction, qui, en les écartant des perpendiculaires pp , qq ; les rendroit encore moins convergens qu'ils ne l'étoient avant leur sortie.

Enfin, il peut arriver que la première réfraction laisse encore aux rayons df , eg , un degré de convergence qui tende à les réunir plus près du verre que le point F : ce qui occasionneroit une seconde réfraction en sens contraire de la première; mais comme l'incidence des rayons df , eg , ne peut jamais être aussi oblique sur la surface de l'air GHI , que celle des rayons Ad , Be , le doit être sur la surface du verre CKE , pour faire naître la circonstance dont il s'agit, la seconde réfraction se trouve indispensablement plus foible que la première, & incapable, par conséquent, de la compenser.

Les verres concaves nous dimi-

E e ij

XVI.
LEÇON. nuent aussi la distance apparente ;
 parce qu'en traversant leur épaisseur ,
 les rayons divergens qui appartiennent à chaque point visible de l'objet , s'écartent davantage les uns des autres , comme on l'a vu par le 3^e résultat de la X^e Expérience : de cet effet il résulte que le point lumineux *A*, *Fig. 38.* est rapporté en *a*.

Il est vrai , que suivant les deux premiers résultats de la même Expérience , il peut arriver , que les rayons qui procèdent d'un même point placé à certaines distances d'une surface concave & réfringente, comme l'eau , le verre , &c. conservent leur degré de divergence dans le milieu dense , ou qu'ils en perdent même plutôt que d'en acquérir ; mais ces cas n'ont jamais lieu , quand la lumière traverse toute l'épaisseur d'un verre dont les deux surfaces sont concaves , pour continuer de se mouvoir dans l'air. Car si le point radieux est placé au centre d'une des deux concavités *CE*, *Fig. 39.* & que par cette raison , les rayons *Ab*, *Ac*, passent directement jusqu'à l'autre surface *GH*, alors leur incidence sur l'air est

oblique, & la réfraction qu'ils souffrent indispensablement, les écarte des perpendiculaires Fp , Fq : ce qui les fait regarder comme s'ils venoient du point a , qui est plus près que celui d'où ils sont émanés.

XVI.
LEÇON

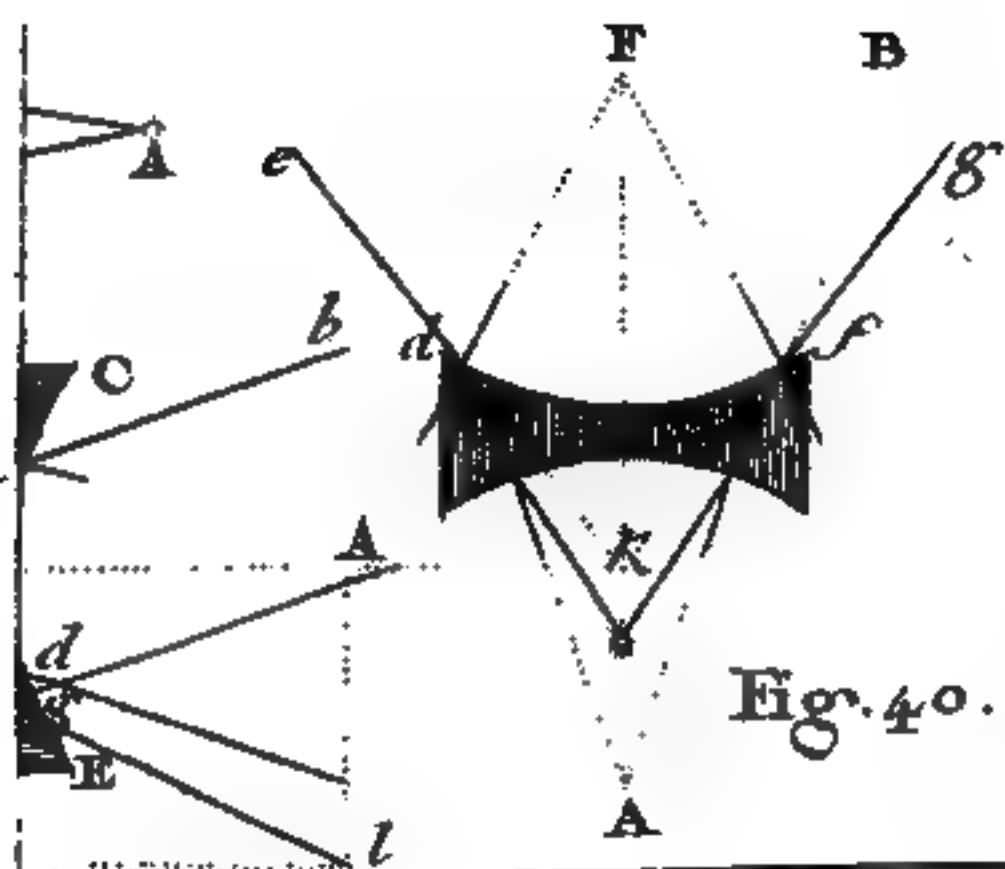
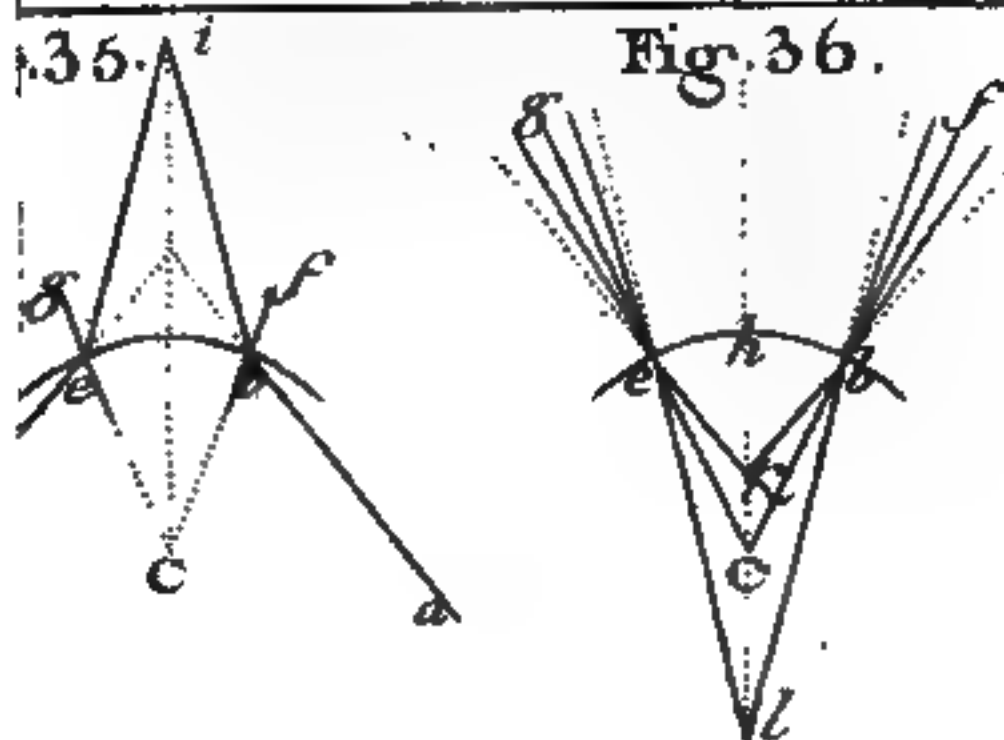
S'ils viennent de plus près que le point A , & que conformément au 2^e résultat, ils perdent, en entrant dans le verre, une partie de leur divergence, l'incidence sur la dernière surface est tellement oblique, que la seconde réfraction leur en rend plus que la première ne leur en a fait perdre, comme on le peut voir par la *Fig. 40.* en considérant que les rayons émergens de , fg , semblent venir du point K , qui est plus près du verre que celui d'où ils sont partis.

Quand le verre est concave d'un côté, & plan de l'autre, il produit encore les mêmes effets par rapport à la vision, à la différence près du plus au moins ; car si les rayons convergens le sont encore après la première réfraction, comme de , *Fig. 41.* en passant obliquement par la surface plane GH , ils se réfractent une seconde fois, en sens contraire de la

première, mais plus foiblement, parce que l'incidence en e n'est pas si oblique que celle du rayon bd , sur la surface concave CE ; & par conséquent, le rayon émergent ef , demeure toujours moins convergent à l'axe AF , qu'il ne l'étoit avant de rencontrer le verre.

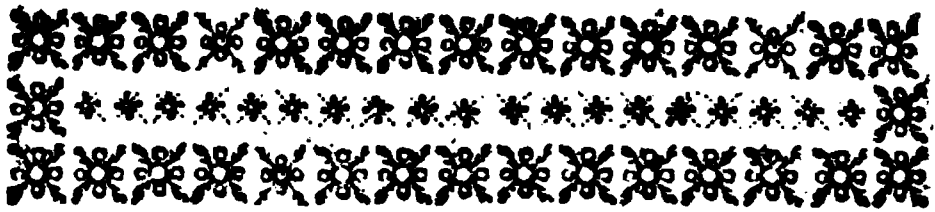
A l'égard des rayons divergens, quand ils partiroient du centre de la concavité, & qu'ils iroient en droite ligne jusqu'à la surface plane, comme Ac , alors ils ne pourroient manquer de se réfracter, à cause de leur incidence oblique sur GH , & cette réfraction, comme on le peut voir par la Figure, augmenteroit leur divergence.

Enfin, ce sont les mêmes effets; soit qu'on présente à la lumière la surface plane du verre, ou la surface concave. Si le rayon vient du point F , il se réfracte deux fois, sçavoir, en h & en g , & s'écarte de l'axe AF de la quantité Al . S'il part du point A , il ne se réfracte qu'une fois en c , mais assez fortement, pour aller en i : cette seule réfraction équivaut aux deux autres; & cette com-



compensation se trouve encore dans les ~~autres~~ autres cas, soit qu'il y ait deux ré- XVI.
fractions contre une, soit qu'il y en LEÇON
ait deux de part & d'autre.

Quant au degré de clarté, il est évident que les verres concaves doivent la diminuer un peu ; puisqu'ils augmentent la divergence de la lumière, ils empêchent qu'il n'en entre dans la prunelle autant qu'elle en pourroit recevoir de chaque point visible, sans leur interposition.



XVII. LEÇON.

Suite des Propriétés de la Lumière.

III. SECTION.

De la lumière décomposée, ou, de la nature des Couleurs.

XVII.
LEÇON. **A**VANT Newton, personne n'avoit imaginé que la lumière pût se décomposer, ni que ses parties séparées les unes des autres se distinguassent par des propriétés constantes & des effets sensibles (a) Descartes, & ceux qui avoient raisonné d'après lui sur la nature de cette matière, l'avoient considérée comme un fluide homogène, mais susceptible

(a) Vossius avoit bien dit, que les couleurs étoient toutes contenues dans la lumière; mais Newton est le premier qui ait développé cette idée, en faisant voir séparément & distinctement les différentes parties de la lumière décomposée.

de certaines modifications, à l'aide

desquelles ils croyoient pouvoir ex- XVII.
 pliquer tout ce qui concerne les cou- L E Ç O N :
 leurs. On supposoit que les globules
 alignés qui forment les rayons, ou-
 tre l'impulsion qu'ils reçoivent du
 corps lumineux, & qu'ils se transmet-
 tent en droite ligne, tournoient en-
 core sur leur propre centre ; & que
 de ces deux mouvemens combinés &
 variés à l'infini, par le plus & le
 moins de vitesse & de masse, nais-
 soient au fond de l'œil toutes ces
 différentes impressions, auxquelles
 nous avons donné les noms de *rouge*,
 de *jaune*, de *bleu*, &c. avec toutes les
 nuances qui leur appartiennent.

Il n'y a point d'hypothèse qui n'ait
 son foible & ses difficultés : celle-ci
 en a sans doute ; mais, quoi qu'on
 ait pu dire contre elle, on doit con-
 venir qu'elle est ingénieuse, simple
 & naturelle. Après avoir adopté mê-
 me tout ce que Newton a établi par
 la voie de l'expérience, un Physi-
 cien peut encore, sans inconséquen-
 ce, retenir ce qu'il y a d'essentiel dans
 cette doctrine : car en reconnoissant
 plusieurs espèces de lumière, ne peut-

on pas supposer que ce qui constitue leurs différences, c'est une certaine combinaison de mouvemens, dont tel ou tel ordre de globules est susceptible, à raison de plus ou moins de masse ou de ressort; comme il est vraisemblable, que dans le même volume d'air il y a des particules plus grossières & d'une élasticité moins vive, par lesquelles se font entendre les tons graves, & d'autres que des qualités différentes rendent propres à transmettre des sons plus aigus? Newton a voulu s'en tenir à des faits, pour rendre raison des couleurs; cela est très-sage: mais si l'on veut aller au-delà, & remonter aux causes de ces faits par des conjectures, celles de Descartes & du P. Malebranche, prises ensemble, me paroissent plausibles à bien des égards: elles ont paru telles à Newton même (a). Je les indique au Lecteur qui sera curieux de s'en instruire; mais l'expérience ne nous fournissant rien qui établisse solidement ces opinions, je m'arrête avec le Philoso-

(a) Voyez la treizième des questions qui sont à la fin de l'Optique de Newton.

phe Anglois aux effets sensibles, qui peuvent servir à expliquer les phénomènes de la vision qui ont rapport aux couleurs.

Nous distinguons les objets visibles, non seulement par leurs grandeurs, leurs figures, leurs situations, leurs distances, leurs degrés de clarté, mais encore par une sorte d'illumination, qui fait que chacun d'eux brille à nos yeux d'une façon particulière, & qui ne dépend pas de la quantité de lumière qui l'éclaire: c'est ce dernier moyen de visibilité, que la nature varie avec une magnificence sans égale, & dont elle embellit toutes ses productions; c'est, dis-je, cette apparence particulière des surfaces, que nous nommons *couleur* en général, & dont nous exprimons les espèces par les noms de *blanc*, de *rouge* de *jaune*, de *bleu*, &c.

On est naturellement porté à croire, que les couleurs & leurs nuances appartiennent aux corps qui nous les font sentir; que le blanc réside dans la neige, le rouge dans l'étoffe teinte en écarlatte, le vert dans l'herbe des prairies, &c. & c'est un préjugé mal

XVII.
LEÇON. fondé à bien des égards : pour sçavoir ce qu'il en faut rabattre, réfléchissons un peu sur ce qui se passe à l'aspect d'un objet coloré.

La lumière tombe sur un corps , & le rend visible. Si nous le regardons alors, les rayons qu'il transmet, ou qu'il réfléchit vers nos yeux, y peignent son image, & nous jugeons qu'il est de telle ou telle couleur. Ce jugement n'a jamais lieu si l'objet n'est éclairé ; pendant la nuit tout est noir, rien n'est coloré : les couleurs dépendent donc de la lumière ; sans elle nous n'en aurions aucune idée.

Elles dépendent aussi des corps ; car exposés au même jour, le vin, le cinabre paroissent rouges, tandis que la bière & l'or sont jaunes, & que les champs sont merveilleusement émaillés de fleurs de toutes les couleurs.

Mais tout cela est hors de nous ; il ne nous en viendrait aucune notion, si la lumière transmise ou réfléchie par les objets ne touchoit l'organe de la vûe, pour rendre ces apparences sensibles, & si ces impres-

sions ne réveilloient en nous des idées que nous avons appris à exprimer par certains termes. Un aveugle, comme l'on sçait, n'apperçoit pas les couleurs; & s'il l'a toujours été, les noms qu'on leur donne ne lui en font pas naître l'idée. Disons donc, que les couleurs considérées en nous sont des sensations, de même que les saveurs, les sons, les odeurs, &c.

Ces réflexions nous indiquent trois points de vûe, sous lesquels nous pouvons traiter des couleurs. 1°. Nous pouvons les considérer dans la lumière: 2°. dans les corps, en tant que colorés: 3°. par rapport à celui de nos sens qu'elles affectent particulièrement, & par lequel nous les distinguons.

ARTICLE I.

Des couleurs considérées dans la lumière.

J'ai remarqué dans la section précédente, en parlant des corps réfringens taillés en forme de lentilles, que la courbure sphérique ne convenoit pas, pour rassembler dans le plus petit espace possible les rayons

XVII.
LEÇON.

de lumière qui partent divergens de chaque point d'un objet ; que , dans la vûe de perfectionner les lunettes ou télescopes de réfraction , les Mathématiciens avoient cherché & indiqué d'autres sortes de convexité plus propres à produire cette réunion parfaite ; mais que la difficulté de les faire prendre au verre , avoit empêché qu'on ne mît ces moyens en usage. Newton (*a*), après Descartes (*b*), s'occupa sérieusement de ces recherches , & du soin de procurer , s'il étoit possible , aux Artistes , des procédés sûrs pour travailler des lentilles qui rassemblaient les rayons de lumière , mieux que ne le peuvent faire des segmens de sphères. Mais au lieu d'arriver au but qu'il s'étoit proposé , il acquit de nouvelles connoissances qui l'en écartèrent davantage ; il découvrit qu'il étoit impossible de réunir parfaitement , comme on le souhaitoit , les rayons de la lumière , quand même le corps réfringent employé à cet effet , seroit taillé de la manière la plus convenable

(*a*) Principes de la Philos. nat. Liv. I.

(*b*) Dioptrique , chap. 8.

pour le produire. Il reconnut par des expériences décisives, que la lumière n'est point homogène dans ses parties, qu'elle en a de plus réfrangibles les unes que les autres; d'où il arrive nécessairement qu'une lentille de verre, quelle que puisse être sa courbure, lorsqu'elle reçoit un faisceau de rayons venant d'un astre, ou d'un autre corps lumineux, rend les uns plus convergens que les autres, & ne réunit dans un seul point, que ceux qui sont de nature à se plier également: « Je m'apperçus, dit-il, que ce qui avoit empêché qu'on ne perfectionnât les télescopes, n'étoit pas, comme on l'avoit cru, le défaut de la figure des verres, mais plutôt, le mélange hétérogène des rayons différemment réfrangibles » (a).

Newton fit cette belle & importante découverte, en réfléchissant sur un phénomène connu bien longtemps auparavant, & que l'on voit toujours avec admiration, quand on fait l'Expérience que voici.

(a) Transact. Philosoph. N°. 80. Ceci peut se rapporter à l'année 1665.

I. EXPERIENCE.

P R E P A R A T I O N .

Au volet d'une fenêtre exposée au midi, ou à peu près, ou bien au fond *acb* de la caisse représentée par la *Fig. 6.* de la 15^e Leçon, Pl. 2, il faut pratiquer un trou rond de 5 à 6 pouces de diamètre, pour recevoir la pièce *AB*, *Fig. 1.* qui s'y arrête avec des vis, ou avec deux crochets : cette pièce consiste en un tuyau long d'un pied, ou un peu moins, ouvert par les deux bouts, & portant à l'une de ses extrémités une boule de bois qu'il traverse, par le moyen de laquelle il se meut en tous sens dans une double coquille, à la manière d'un genou.

Ce tuyau, qui peut avoir deux pouces de diamètre, doit répondre dans une chambre fort obscure, & sert à y introduire un jet de lumière venant immédiatement du soleil, ou réfléchi dans quelque autre direction, par le moyen d'un miroir plan de métal, placé dans la caisse, ou sur un sup-

port en dehors de la fenêtre (a). On rétrécit l'ouverture C, autant qu'on le veut, avec un morceau de bois dur tourné en cul-de-lampe, évidé comme un entonnoir, & garni au bout d'une petite platine de métal percée au milieu.

XVII.

LEÇON

Pour les Expériences qui doivent se faire dans l'obscurité, ce tuyau mobile vaut beaucoup mieux qu'un simple trou à la fenêtre, parce qu'il empêche que la lumière réfléchie par les objets extérieurs ne se répande

(a) La meilleure manière de faire les expériences dont nous avons à parler dans cet Article, c'est d'introduire le rayon solaire immédiatement, & sans le secours d'aucun miroir : c'est ainsi que Newton les a faites, & qu'il a dû les faire, pour avoir des résultats hors de tout soupçon. Mais si la fenêtre n'est pas exposée à peu près au midi, ou que la saison fasse prendre au soleil une hauteur méridienne trop grande, on est obligé de réfléchir le rayon, pour le jeter dans une direction convenable : cela se peut faire, quand il ne s'agit que de répéter des expériences connues ; & en prenant la précaution de n'employer que des miroirs bien parfaits pour la figure & pour le poli. Ceux de métal, parce qu'ils n'ont qu'une surface réfléchissante, seroient toujours préférables à ceux de glace étamée qui ont une double réflexion, s'ils ne se ternissoient pas aisément.

dans la chambre : ce qui peut affoi-
 XVII. blir, & même faire manquer les ef-
 LEÇON. fets qu'on cherche à voir.

Au rayon de lumière introduit dans la chambre par le tuyau dont je viens de parler, on oppose l'angle d'un prisme triangulaire *D*, *Fig. 2.* formé d'un morceau de verre solide, dont les faces soient bien dressées, & polies le plus parfaitement qu'il soit possible. Voyez la *Fig. 3.*

Pour rendre mes prismes d'un usage plus commode, & pour empêcher qu'ils ne se dépolissent, lorsqu'on les pose sur des tables, je fais garnir les extrémités de deux emboîtures de cuivre, au milieu desquelles sont soudées des tiges *EE*, du même métal, qui sont comme l'axe du prisme prolongé de part & d'autre. Elles servent à le soutenir, & à le faire tourner entre deux supports élevés perpendiculairement sur une règle *FF*, portée par une tige ronde qui se hausse & se baisse en glissant dans un pied, & qui s'arrête à telle hauteur qu'on veut, par la pression d'une vis *G*. Au haut de cette tige est encore un mouvement de charnière, *H*, sembla-

ble à celui de la tête d'un compas, au moyen duquel le prisme s'incline autant qu'on le veut.

L'angle du prisme, par lequel on fait passer le rayon solaire, n'a point de grandeur déterminée pour le succès de l'Expérience. Celui dont Newton s'est servi étoit presque équilatéral : on peut très-bien réussir avec des angles plus petits ; cependant il est bon qu'ils ne soient pas au-dessous de 45 degrés.

Comme le verre est souvent défectueux, soit par les filandres, soit par les bouillons qu'il contient dans son épaisseur, on doit demander aux ouvriers, des prismes qui aient 5 à 6 pouces de longueur, avec des faces d'un bon pouce de largeur, afin d'y pouvoir choisir plus aisément des endroits d'une homogénéité convenable.

Au défaut de prismes de verre solide, on en peut faire avec des lames de glace mince, bien dressées, & jointes ensemble par le moyen de quelque mastic : on les remplit d'eau bien claire, ou de quelqu'autre liqueur limpide, dont il faut connoître le pouvoir réfractif.

Lorsque le rayon solaire a traversé l'angle du prisme, au lieu de suivre sa première route, & d'aller former en *I* un cercle simplement lumineux, il se relève dans une situation à peu près horizontale, avec les circonstances suivantes.

1°. Ce rayon paroît dilaté en forme d'éventail, & fait sur un carton blanc *KL*, élevé verticalement à 16 ou 18 pieds de distance du prisme, une image longue (*a*), arrondie par en haut & par en bas, comprise d'un bout à l'autre entre deux lignes droites parallèles.

2°. La largeur de cette image égale le diamètre du cercle lumineux que le

(*a*) La longueur de l'image colorée dépend de la grandeur de l'angle du prisme, & de la distance que l'on met entre ce prisme & le carton sur lequel on reçoit la lumière réfractée; à 16 pieds du prisme, mesure de France, l'image a environ 9 pouces de haut, quand l'angle réfringent est de 64 degrés, & que le rayon incident est autant incliné à l'une des faces que le rayon émergent l'est à l'autre: ce que l'on reconnoît lorsqu'en faisant tourner le prisme sur son axe, l'image colorée cesse de monter pour commencer à descendre.

rayon solaire marqueroit en *I*, s'il ne rencontroit pas le prisme: d'où l'on peut conclure, que le rayon n'est dilaté que dans un sens. XVII.
L E Ç O N.

3°. Cette lumière réfractée, à compter depuis le prisme, jusqu'au carton, paroît par bandes diversement colorées; & l'image *MN* qui en est formée, porte les mêmes couleurs dans l'ordre qui suit de bas en haut: rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet.

EXPLICATION.

Newton ayant répété plusieurs fois, avec beaucoup de soin, l'Expérience que je viens de rapporter, trouva que les résultats en étoient très-constans; & après y avoir bien réfléchi, il essaya de les expliquer par les conjectures suivantes. Il lui vint en pensée, que la lumière pourroit bien être un fluide composé de parties essentiellement différentes: premièrement, par le degré de réfrangibilité; secondement, par la propriété d'exciter en nous le sentiment de certaines couleurs.

En effet, en supposant ces deux

XVII. points, il est aisé de rendre raison des effets rapportés ci-dessus. Car 1°. si **LEÇON.** l'on considère le rayon total qui entre dans le prisme, comme un assemblage de filets de lumière, qui ne se détournent pas également de leur première route, en se réfractant, c'est une nécessité, que les uns s'élèvent plus que les autres au-dessus de l'espace circulaire *I*, où ils auroient tous été se rendre, sans l'interposition du corps réfringent; & de-là doit résulter cette dilatation de bas en haut, qui donne, comme on le voit, la forme d'éventail à la lumière réfractée.

2°. Il suit encore de la même supposition, que l'image *MN* doit être beaucoup plus longue que large; parce que le rayon n'étant dilaté que dans un sens, la largeur comprise entre les deux côtés rectilignes ne doit pas excéder le diamètre du cercle lumineux qui auroit paru en *I*, sans l'interposition du prisme.

3°. Cette même image doit être arrondie, comme elle l'est en effet, par ses deux extrémités; car on a tout lieu de croire qu'elle est formée

par des images circulaires qui anticipent les unes sur les autres, en aussi grand nombre, qu'il y a d'espèces de rayons différemment réfrangibles : le grand nombre de ces images circulaires, & la contiguité de leurs centres, font apparemment qu'on n'apperçoit pas d'angles rentrants, & que les côtés sont sensiblement rectilignes.

XVII.

LEÇON.

4°. Dans la supposition que les filets de lumière qui composent le rayon incident, soient capables de se réfracter les uns plus que les autres, on ne doit pas s'attendre que la lumière après les réfractions se dilate, ou s'éparpille dans un autre sens, que celui de bas en haut : car le prisme ayant ses bases égales & semblables, les surfaces des côtés étant d'ailleurs bien droites, la lumière qui tombe sur des lignes prises suivant la longueur du verre, pénètre des épaisseurs comprises entre des lignes parallèles : & alors, ou les réfractions sont nulles dans ce sens, ou la seconde rend insensibles les effets de la première.

5°. Enfin, si les couleurs qu'on remarque dans l'image *M N* résident

VII. véritablement dans la lumière, & que
LEÇON. les rayons divisés & séparés les uns
 des autres, soient capables de réveiller
 constamment en nous les idées que
 nous avons attachées aux noms de
 rouge, orangé, jaune, vert, &c.
 quand une fois ils se sont démêlés, en
 vertu de leur plus ou moins de ré-
 frangibilité, ils doivent paroître vé-
 ritablement sous ces couleurs, soit
 qu'on les regarde immédiatement,
 soit que le carton blanc qui les a re-
 çus les réfléchisse vers nos yeux.

Sur ce pied-là, il y auroit dans la
 lumière, telle qu'elle est naturelle-
 ment, sept espèces de rayons capa-
 bles de produire autant de couleurs.

Ces couleurs s'appelleroient sim-
 ples, ou primitives, & l'on attribue-
 roit à leurs différentes combinaisons
 toutes les autres, qu'on remarque dans
 la nature.

La lumière sans couleur, telle
 qu'elle paroît en venant immédiate-
 ment du soleil, ou d'un autre astre,
 seroit celle qui renfermeroit toutes
 les couleurs simples, par un mélange
 parfait; & ce qu'on nomme noir, ne
 seroit

seroit qu'une privation de toute lumière simple, ou composée.

XVII.

LEÇON

Voilà ce que conçut Newton, en méditant sur l'expérience du prisme ; mais quoique ces premières pensées se présentassent avec un air de vraisemblance capable de séduire ; en Philosophe qui cherchoit sincèrement la vérité, il ne crut devoir s'y arrêter, qu'après avoir bien vérifié tout ce qu'il s'étoit permis de supposer, & qu'après avoir prouvé par des faits, ou par des raisonnemens décisifs, l'insuffisance des explications qu'on voudroit substituer aux siennes. C'est ce qu'il a fait avec une force & une sagacité digne de son génie, dans un excellent Traité * qui est aujourd'hui entre les mains de tout le monde, & qu'il faut lire entièrement, pour être bien instruit sur cette matière. J'en ai extrait ce que j'ai cru nécessaire, pour établir solidement le fond du système ; & dans le grand nombre d'expériences que l'Auteur a produites en preuves, j'ai choisi celles qui m'ont paru les plus belles, les plus concluantes, & dont le succès ne tient point à des manipulations trop

* *Traité d'Optique sur la lumière & sur les couleurs, traduit de l'Anglois en François, par M. Costes.*

-XVII.
LEÇON. délicates, afin que le Lecteur curieux de les voir, puisse entreprendre de les répéter lui-même, sans craindre de les manquer.

Toute la théorie dont il s'agit ici, roule sur deux points capitaux, que voici. 1°. La lumière est composée de rayons plus réfrangibles les uns que les autres. 2°. Chaque rayon est d'une couleur déterminée, dont se teignent les objets qu'il éclaire. Examinons avec Newton, si ces deux apparences qu'on remarque dans l'expérience du prisme, sont des modifications accidentelles de la lumière, comme on le pourroit croire, ou bien des propriétés inhérentes que rien ne puisse changer.

I I. E X P É R I E N C E.

P R E P A R A T I O N.

Ayant tout disposé, comme dans la première Expérience, on reçoit la lumière réfractée, sur l'angle d'un second prisme *AB*, placé à un pied de distance du premier, ayant son axe dans une situation verticale, comme il est représenté par la *Fig. 4.*

Tous les rayons qui viennent du premier prisme étant reçus sur le second, se détournent de côté, & vont former sur un carton blanc qu'on leur présente, une image semblable par ses dimensions, & par l'arrangement de ses couleurs, à celle de la première Expérience, avec cette seule différence, qu'elle n'est plus dans une situation verticale, mais inclinée.

EXPLICATION.

Les deux prismes se croisant à angles droits, les réfractions causées par le second ne peuvent manquer de faire aller de droite à gauche, ou de gauche à droite, les rayons que le premier a détournés de bas en haut : voilà pourquoi la situation de l'image, qui étoit verticale dans l'Expérience précédente, est devenue oblique dans celle-ci. Mais ce qu'il y a d'essentiel à observer ici, c'est que les couleurs sont toujours les mêmes; que leurs positions respectives ne sont point changées, & que l'image est constam-

XVII.
LEÇON. ment de la même largeur : car , comme il n'est pas douteux , que dans la première épreuve la portion jaune du rayon de lumière s'est séparée de la rouge & de la bleue , parce qu'elle s'est réfractée moins que celle-ci , & plus que celle-là ; si toutes les couleurs gardent constamment le même ordre entr'elles , dans quelque sens qu'on les réfracte après leur séparation , n'a-t-on pas tout lieu de croire qu'elles sont inaltérables , & qu'elles appartiennent inséparablement aux rayons qui les portent ? & si la longueur de l'image colorée venoit d'une simple dilatation ou éparpillement de la lumière réfractée , comme l'ont prétendu quelques Auteurs , on ne voit pas pourquoi le second prisme ne produiroit point en largeur , ce que le premier a fait en hauteur. Il devrait étendre la portion rouge , la jaune , la verte , &c. en autant de bandes aussi longues que la première image MN , & le tout ensemble devrait former un quarré comme Mm , Nn ; au lieu qu'on répond à tout , en disant , que ces portions de lumière colorée étoient d'abord réunies & mêlées ensemble

dans l'espace circulaire qu'on voit en I, Fig. 3. & que les réfractions plus fortes par degrés n'ont fait que les transporter les unes au-dessus des autres, sans amplifier les cercles qu'elles étoient capables de former : l'expérience même vient à l'appui de cette explication. Avec un peu de soin & d'adresse, il est possible de voir successivement la plûpart des cercles colorés, dont on suppose ici que l'image total *M N* est formée, en procédant de la manière suivante.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Répétez la première Expérience : ayez des morceaux de verre fort épais, dont un soit rouge, un autre vert, un troisième d'un bleu extrêmement foncé : assurez-vous que ces verres ont des surfaces bien planes & paralleles entr'elles, & représentez-les successivement aux rayons réfractés à un pied de distance après le prisme.

EFFETS.

Chacun de ces verres ne laisse passer que l'espèce de lumière dont la

XVII. couleur est analogue à sa transparence (*a*); & le carton blanc sur lequel on la reçoit, ne représente à chaque épreuve qu'un cercle , (*b*) uniformément coloré, dont le diamètre égale celui du cercle lumineux qui paroît en *I*, quand le rayon solaire y va en droite ligne, & sans réfraction. De plus on remarque que le cercle vert se va placer sur le carton plus haut que le rouge, & plus bas que le bleu; de sorte qu'on peut légitimement conclure de cette Expérience, que si l'on avoit autant de corps différemment colorés & transparens, qu'il y a de différentes espèces de rayons dans la lumière, on auroit, les uns

(*a*) Pour faire cette Expérience avec succès, il faut choisir des verres très-foncés en couleur: sans quoi les rayons rouges & les jaunes qui sont très-forts, passent en partie & font un cercle foible de leur couleur, qui couvre un peu celui qu'on a intention de voir seul.

(*b*) Quand on fait cette épreuve, on doit avoir soin de tourner le prisme sur son axe, jusqu'à ce que l'image cesse de monter, pour commencer à descendre, sans quoi, au lieu d'un cercle, on auroit un ovale; & avec cette précaution même, l'image circulaire dont je parle, n'est point renfermée dans un cercle pris à la rigueur Mathématique.

après les autres, tous les cercles dont l'image *M N* est composée.

XVII.

LEÇON.

Les rayons conservent constamment leur degré de réfrangibilité, & leurs couleurs propres, non-seulement après une seconde réfraction, comme on l'a prouvé par la seconde Expérience, mais encore après une troisième, une quatrième, &c. « J'ai
 » mis quelquefois, dit Newton, un
 » troisième prisme après le second,
 » & un quatrième après le troisième,
 » afin que par tous ces prismes l'i-
 » mage pût être souvent rompue de
 » côté; mais les rayons qui souf-
 » froient dans le premier prisme une
 » plus grande réfraction que le reste,
 » en souffroient une plus grande dans
 » tous les autres prismes; & cela sans
 » que l'image fût aucunement dilatée
 » decôté. C'est donc à juste titre, con-
 » clud-il, que ces rayons constans à
 » être plus rompus que les autres; sont
 » réputés plus réfrangibles (a) : ce qui
 se peut encore prouver de la manière
 suivante.

(a) Traité d'Op. Liv. I. Part. I. Prop. 26

IV. EXPERIENCE.

 XVII.
 LEÇON.

PRÉPARATION.

Ayant réfracté, comme dans la première Expérience, un rayon solaire de la grosseur du doigt, on élève verticalement un peu plus loin que le prisme une planche mince, d'environ un pied de large en tout sens, percée au milieu d'un trou rond qui ait à peu près un quart de pouce de diamètre, pour recevoir & transmettre une partie de la lumière réfractée. A 10 ou 12 pieds de-là, vers le fond de la chambre, il faut élever une pareille planche, par le moyen de laquelle on puisse encore intercepter une grande partie de la lumière qui aura passé par l'ouverture de la première, & placer derrière, vis-à-vis du trou, l'angle d'un autre prisme, pour réfracter encore la petite portion de lumière colorée qui sera transmise : voyez la *Fig. 5*.

Les planches dont il est fait mention ici, & dont on n'a marqué que les places & la situation, par les lignes *P Q, p q*, sont garnies par enbas d'une tige de métal qui s'enfonce
 plus

plus ou moins dans un pied, & qui s'arrête à telle hauteur que l'on veut, par la pression d'une vis *O*, *Fig. 6.* le trou qui est au milieu a près d'un pouce de diamètre, & se rétrécit à volonté ; par le moyen d'une platine de cuivre mince, taillée en demi-cercle, ayant vers la demi-circonférence plusieurs trous de différentes figures & grandeurs, & tournant sur le centre du cercle dont elle fait partie, de manière, que tous les trous peuvent répondre l'un après l'autre à celui de la planche.

En faisant tourner doucement le premier prisme sur son axe, on doit faire en sorte que les rayons réfractés passent successivement par le trou *X* de la première planche, & de-là par celui de la seconde jusqu'au prisme *stv*, & prendre soin que ces trois pièces, sçavoir, les deux planches & le second prisme, demeurent bien fixes, afin que tous les rayons qu'on veut éprouver, aient toujours une incidence égale sur la face *sr*.

On doit encore opposer à quelques pieds au-delà un carton blanc, comme *Yy*, pour recevoir les rayons qui au-

ront été brisés par le dernier prisme ;
 XVII. & marquer exactement la place où
 LEÇON. chacun d'eux ira se rendre.

E F F E T S.

En procédant de cette manière, on observe constamment, que le rayon rouge s'élève au point Z, le jaune un peu plus haut, le bleu & le violet encore davantage.

Il paroît donc évidemment par cette Expérience, que les rayons qui se sont le plus rompus en passant par le premier prisme, sont aussi ceux qui souffrent les plus grandes réfractations, en passant par le second. Ajoutons encore une preuve à celles que je viens de rapporter.

V. E X P E R I E N C E.

P R E P A R A T I O N.

Prenez une bande de carton de la largeur de deux doigts, & longue de 5 à 6 pouces : partagez-en la longueur en deux parties égales, par une ligne perpendiculaire aux deux côtés, comme *AB*, Fig. 7. Collez sur l'une de ces deux moitiés *ABCD*, un morceau de drap teint en gros bleu,

+

I

I

& couvrez l'autre avec du drap teint en écarlate, ou en cramoisi. Placez cette pièce sur le plancher d'une chambre à 5 ou 6 pieds de la fenêtre, de manière que le jour tombe bien dessus ; puis, en vous reculant huit ou dix pieds plus loin, vers le fond de la chambre, regardez-la à travers l'angle d'un prisme, dont la longueur soit parallèle à celle du carton de deux couleurs, & l'un & l'autre encore parallèles à l'horison & à la largeur de la fenêtre. Voyez la *Fig. 7.*

XVII.

LEÇON.

EFFETS.

Si l'angle réfringent du prisme est tourné en haut, comme *E*, l'image du carton paroît élevée vers *F*, & la partie *a b c d* qui est bleue, l'étant davantage, semble se séparer de l'autre.

EXPLICATION.

L'œil qui regarde par le prisme apperçoit le carton *CDGH* par des rayons de lumière, qui tombant de la fenêtre sur cette surface rouge & bleue, sont réfléchis vers lui ; mais comme cette lumière se brise dans l'angle du prisme, avant que d'arriver

Hh ij

XVII.
L E Ç O N.

à lui, il voit l'objet dans la direction des rayons réfractés, c'est-à-dire, plus haut que son vrai lieu. Si ce premier effet de la réfraction étoit égal pour tous les rayons, tant bleus que rouges, chaque point de la surface *C D G H*, conserveroit sa première position dans l'image, laquelle seroit par-là d'une figure tout-à-fait conforme à celle de son objet. Mais puisque la partie *a b c d* paroît plus élevée que l'autre, c'est une marque certaine que la réfraction a été plus forte pour la lumière bleue que pour la rouge; & si l'on doutoit que ce fût là la vraie raison de cet effet, on pourroit s'en convaincre aisément, en couvrant la partie *A B C D* successivement avec des morceaux de drap verd, jaune, rouge; car on verra, si l'on en fait l'épreuve, la partie correspondante *a b c d* de l'image se rapprocher du niveau de l'autre, à mesure que la couleur indiquera une lumière d'une réfrangibilité moins différente, ou plus analogue.

On voit donc par toutes ces preuves, que les rayons de lumière qui se distinguent par des couleurs propres,

différent aussi très-constamment par leurs degrés de réfrangibilité, & que cette différence est entr'eux, non un accident, mais une propriété qui tient à leur nature, & que rien ne peut faire changer. L'image oblongue de la première Expérience conserve toujours ses couleurs dans le même ordre, quoique les rayons dont elle est formée, se réfractent de nouveau, en passant par un ou par plusieurs prismes.

XVII.
L E Ç O N.

La même chose se voit encore, si l'on employe des miroirs de toutes les formes imaginables, pour les réfléchir. La figure de l'image & sa grandeur peuvent varier suivant la nature des surfaces réfléchissantes; le miroir convexe l'affoiblit en l'amplifiant; parce qu'en général il raréfie la lumière: le concave la resserre de plus en plus, jusqu'à un certain point, après quoi, il la renverse, & l'agrandit en diminuant son éclat, le miroir cylindrique lui donne l'apparence d'un bel arc-en-ciel; mais dans tous ces changemens, les couleurs se conservent les mêmes, & gardent toujours leurs positions respectives: ce qui

garantit aux rayons de lumière , des degrés de réfrangibilité inaltérables.

XVII.

LEÇON.

Newton , en éprouvant par la réflexion ces différens degrés de réfrangibilité , qu'il avoit découverts dans la lumière , trouva de plus que les rayons les plus réfrangibles étoient en même-tems les plus réflexibles : c'est-à-dire , qu'à incidences égales, les bleus , par exemple , qui se réfractent plus que les rouges , se réfléchissent aussi plutôt qu'eux. Voici comme il s'assûra de cette nouvelle découverte.

VI. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Ayez un prisme rectangulaire, comme *IKL* , *Fig. 8.* placez-le sur son support , de manière qu'un rayon solaire un peu moins gros que le petit doigt introduit , comme il a été dit ci-dessus , dans une chambre bien fermée , tombe perpendiculairement , ou à peu près , sur un des côtés *IK* , & se réfracte en *M* , pour former une image colorée sur un carton blanc *NN* élevé verticalement 5 ou 6 pieds plus loin. Faites tourner ensuite dou-

cement le prisme sur son axe dans l'ordre des lettres *IKL*, & préparez un autre prisme, dont les deux plus grandes faces forment entr'elles un angle d'environ 55 degrés, comme *TVX*.

XVII.
L E Ç O N.

E F F E T S.

Lorsqu'en faisant tourner le prisme *IKL*, on fait faire au rayon solaire incident avec la base *IM* du prisme, un angle qui atteint à 50 degrés; une partie des rayons qui s'étoient réfractés vers le carton *NN*, se réfléchissent en droite ligne du point *M* vers *O*.

Alors si l'on oblige cette lumière réfléchie à passer par le second prisme *TVX*, elle s'y réfracte, & se fait voir avec ses différentes couleurs sur un autre carton blanc *PP* qu'on lui oppose, avec ces deux circonstances qu'il faut bien remarquer : 1°. Les rayons violets & les bleus arrivent les premiers, & vont se placer vers *q*; les verts & les jaunes au-dessous, comme en *r*, & en dernier lieu les rouges qui se placent encore plus bas en *s*. 2°. Les rayons qui passent par réflexion vers le second prisme, paroissent manquer en même-tems à l'image col-

XVII.
LEÇON. lorée du carton *NN*; de sorte que ce qui disparoît d'abord en *Q*, commence à se faire voir en *q*, & que ce qui se perd ensuite en *R* & en *S*, se retrouve aussi-tôt en *r* & en *s*.

EXPLICATION.

Quand le rayon solaire incident fait un angle un peu plus grand que de 50 degrés, avec la base *IM* du prisme, il tombe presque à angles droits sur le côté *IK*: ce qui rend sa réfraction nulle ou insensible; c'est pourquoi il passe en droite ligne jusqu'en *M*. Mais en sortant fort obliquement de la base *IL*, il se réfracte à proportion; & c'est par cette raison qu'il se dilate comme dans la première Expérience, faisant sur le carton *NN* une image de diverses couleurs, dont les bleus & les violets occupent la partie la plus élevée *Q*; les jaunes & les rouges, la partie la plus basse *S*, & les verts, la partie moyenne *R*.

Dès qu'en tournant le prisme sur son axe, on fait faire au rayon incident un angle un peu moindre que de 50 degrés, avec la partie *MI* de la base du prisme, la lumière ne pas-

se plus en totalité du verre dans l'air :
 une partie se réfléchit en droite li- XVII.
 gne du point *M* vers *O* ; je dis en L E Ç O N.
 droite ligne , parce que traversant
 le côté *KL* à angles droits , ou à
 très-peu près , elle ne se réfracte point
 sensiblement , quoiqu'elle passe du
 verre dans l'air.

Or , si toute la lumière du rayon
 incident étoit également réflexible ,
 pourquoi ne se releveroit-elle pas
 entièrement du premier coup ? pour-
 quoi les parties de l'image qu'on voit
 sur le carton *NN*, ne disparoîtroient-
 elles que successivement , & à mesure
 qu'on donne au rayon incident une
 plus grande obliquité ?

Il est donc certain qu'il y a dans la
 lumière des parties plus réflexibles
 les unes que les autres ; puisqu'à in-
 cidences égales , toutes celles du
 rayon solaire employé dans notre Ex-
 périence , ne se réfléchissent pas en-
 semble.

Et puisque les rayons violets & les
 bleus , qui sont reconnus pour être les
 plus réfrangibles , sont aussi les pre-
 miers à se réfléchir ; que les jaunes &
 les rouges qui se réfractent le moins ,

ne se réfléchissent jamais qu'après les
 XVII. autres ; on peut dire en général avec
 L E Ç O N. Newton , que la lumière est compo-
 sée de parties hétérogènes, dont les
 différences se manifestent, par des dé-
 grés constans de réfrangibilité & de
 réflexibilité , & que celles-là sont de
 leur nature les plus réflexibles , qui
 sont les plus réfrangibles.

Outre ces différences qui établis-
 sent l'hétérogénéité de la lumière , &
 que je viens de prouver par des faits
 qui me paroissent décisifs , il y a en-
 core celle des couleurs , qui n'est pas
 moins constante , & qui fait le prin-
 cipal objet de cet article. Suivons tou-
 jours le sçavant Auteur qui nous l'a
 fait connoître , & rappellons ici quel-
 ques-unes de ses preuves ; mais aupa-
 vant , convenons avec lui de quelques
 termes nécessaires pour nous faire
 mieux entendre.

Nous appellerons *lumière hétérogène*
 ou *composée* , celle qui vient immé-
 diatement d'un astre , & qui ne fait
 sentir aucune couleur.

Nous nommerons *lumière homogène*
 ou *simple* , celle qui a été démêlée par
 la réfraction ou autrement , & qui pa-

EXPÉRIMENTALE. 371
roît sous une de ces sept couleurs, rouge, orangé, jaune, verd, bleu, indigo, violet.

XVII.
LEÇON.

Comme l'image colorée, formée par les rayons réfractés dans la première Expérience, résulte d'une suite de cercles de diverses couleurs, couchés en partie les uns sur les autres, on doit penser, que les rayons d'un certain ordre sont mêlés avec ceux des autres espèces qui précèdent & qui suivent, & qu'il n'y a tout au plus que les deux extrémités de cette image, qui puissent fournir une lumière homogène ou simple : si l'on veut donc éprouver quelqueune de ces espèces séparément des autres, pour voir si la couleur est indécomposable, il faut choisir l'extrême rouge ou l'extrême violet, ou bien trouver quelque moyen par lequel on puisse compter d'avoir les autres couleurs entièrement séparées : le premier parti est le plus facile à prendre, & celui qui convient le mieux, quand on veut se contenter de faire voir l'immuabilité de la couleur dans une ou deux espèces ; mais si l'on prend à cœur de faire la même chose

pour toutes , on en peut venir à bout , en procédant de la manière suivante.

VII. EXPERIENCE.

P R E P A R A T I O N .

Introduisez dans une chambre bien obscure un rayon solaire de la grosseur d'une plume à écrire : à 10 ou 12 pieds de la fenêtre par où passe ce rayon , recevez-le sur une lentille de verre *AB* , *Fig. 9.* qui ait son foyer à 3 ou 4 pieds de distance : immédiatement après cette lentille , présentez un prisme *CD* , à travers lequel le cône de lumière formé par la lentille soit obligé de passer , & recevez la lumière réfractée sur un carton blanc , que vous tiendrez à une distance à-peu-près égale à celle du foyer de la lentille.

E F F E T S .

Le cône de lumière réfracté par le prisme , produit sur le carton une image oblongue & fort étroite , dont les couleurs sont plus distinctes qu'elles n'ont coutume de l'être , quand on fait la même expérience sans faire passer les rayons incidens par une lentille.

Si le jet de lumière qui vient par la fenêtre ne rencontroit ni lentille ni prisme, il iroit en droite ligne former le cercle lumineux *abcd*. En passant par la lentille, cette lumière devient convergente, & se rassemble dans un petit espace au centre de ce cercle : lorsqu'on fait passer ensuite ce cône total de lumière par un prisme, il se réfracte & se divise en autant de cônes particuliers, qu'il y a d'espèces de rayons & de nuances dans chaque espèce. Or, comme ces espèces sont au nombre de sept, avec une infinité de nuances intermédiaires, on doit penser que l'interposition du prisme après la lentille, occasionne un nombre infini de cônes, à la pointe desquels chaque espèce de lumière se trouve concentrée dans un très-petit espace circulaire ; & comme les centres de ces cercles demeurent aussi distans les uns des autres, dans l'image rétrécie *ef*, Fig. 10. que dans la plus large *EF*, produite sans lentille & par la seule interposition du prisme, il est évident, que

XVII.
LEÇON. la lumière de chaque espèce doit être non-seulement plus forte, étant concentrée par la lentille, mais aussi plus pure & plus dégagée des autres, puisque les petits cercles, qui expriment les espèces entre ef , n'anticipent pas les uns sur les autres, comme ceux qui sont compris entre $E F$.

En usant de ce moyen pour avoir les couleurs plus séparées les unes des autres, si l'on trouvoit l'image ef trop étroite, on peut la rendre plus large, en faisant passer le rayon solaire qui entre dans la chambre, non par un trou rond, mais par une ouverture étroite & longue, ayant attention que la longueur soit parallèle à celle du prisme. Alors l'image ef prendra la forme d'un quarré long, comme $ghik$, *Fig. 11.* les couleurs seront par bandes, aussi vives & aussi pures qu'auparavant, & l'on pourra sûrement & commodément faire des épreuves sur toutes les couleurs, excepté peut-être l'indigo & le violet, qui sont des lumières très-foibles d'elles-mêmes, & qui s'altèrent aisément par le mélange

presqu'inévitable de celle qui se répand irrégulièrement dans la chambre. XVII.

Cet effet , dont je donne pour garrans la parole de Newton (a) & ma propre expérience , (b) tient pourtant à quelques conditions qu'il est bon d'annoncer ici. Il faut que l'ouverture par laquelle passe le rayon

(a) *Traité d'Optique sur la lumière & sur les couleurs. Liv. 1. Part. 1. Exp. 2.*

(b) Il y a plus de 25 ans que je répète cette Expérience , & que je vois le résultat énoncé ci-dessus , conformément à ce qu'a dit Newton. Cependant un Auteur célèbre que j'estime beaucoup , m'a cité , il n'y a pas si long-tems , comme lui ayant dit qu'elle ne me réussissoit pas. Je ne me souviens nullement ni de ce qu'il m'a demandé à cet égard , ni de ce que je lui ai répondu : mais comme je vois par la lecture de son ouvrage , qu'il a cherché dans cette Expérience un autre résultat , que celui qui est annoncé par Newton , il peut se faire que je lui aye répondu négativement , lorsqu'il m'aura demandé , sans autre explication , si j'étois jamais venu à bout de produire l'effet qu'il avoit en vue. Je suis forcé de mettre ici cette Note , parce qu'un Auteur Hollandois , qui a publié *les Elémens de Philosophie* , fondé apparemment sur ce mal-entendu , me met au rang de ceux qui disent avoir tenté sans succès l'Expérience dont il s'agit , & me fait partager avec le R. P. Castel & M. Gauthier , l'honneur , auquel je ne prétends pas , d'avoir pris Newton en défaut.

XVII. solaire , soit au plus d'une ligne de
LEÇON. large ; que la lentille soit environ à
 12 pieds plus loin ; que son foyer
 soit un peu long , comme de 9 à 10
 pieds ; que l'angle réfringent du pris-
 me ait au moins 60 degrés. Tout
 cela étant observé , on trouve que
 l'image *ef* est un peu plus de 70 fois
 plus longue que large , & l'on est
 en droit de conclure , que chaque
 espèce de lumière y est dans la même
 proportion plus simple , que celle qui
 vient immédiatement du Soleil.

Pour réussir encore avec plus de
 sûreté , il faut que la chambre soit
 bien obscure , que le prisme & la
 lentille soient bien travaillés , d'un
 verre homogène & bien net , & cou-
 vrir , avec du papier noir collé , tou-
 tes les parties de ces instrumens , qui
 sont inutiles à l'expérience , de peur
 que quelques portions du jet de lu-
 mière réfractées , ou réfléchies irrégulié-
 rement , n'altèrent ou n'empê-
 chent les effets qu'on attend.

Pour sçavoir maintenant jusqu'à
 quel point les couleurs sont fixes &
 inaltérables dans la lumière , on peut
 les soumettre aux épreuves suivantes.



1

2

3

4

5

6

1

1

1

1

1

1

Faites passer comme dans la IV^e Expérience un rayon de lumière homogène quelconque, par un trou de 2 ou 3 lignes de diamètre, pratiqué au milieu d'une planche mince : ayez un prisme qui ait un angle de 30 ou 40 degrés, une lentille de verre de 7 à 8 pouces de foyer, des morceaux de verre fort épais de différentes couleurs, des miroirs de toutes les espèces, & une planche couverte de morceaux de drap rouge, bleu, noir, jaune, &c.

E F F E T S.

1^o. Si l'on fait passer le rayon de lumière homogène par l'angle du prisme, il se réfracte, & marque sur un carton blanc qu'on lui oppose, une tachè ronde, de la même couleur qu'il a, avant de passer par le prisme.

2^o. Quand ce même rayon a traversé la lentille de verre, il forme deux cônes opposés par leurs pointes au foyer de ce verre convexe ; & en quelqu'endroit que l'on coupe

XVII.
LEÇON. cette lumière, avec un carton ou une feuille de papier blanc, elle a toujours la même couleur qu'elle avoit avant de passer par la lentille. Elle est seulement plus forte aux endroits où elle est plus resserrée.

3°. Lorsqu'on oppose un verre rouge au rayon bleu, ou un verre bleu au rayon rouge, ou il ne passe aucune lumière, ou le peu qu'il en passe, conserve sa couleur sans altération; la plus grande partie se réfléchit en avant.

4°. Les miroirs de différentes formes sur lesquels on reçoit des rayons homogènes, ne font tout au plus, qu'étendre ou resserrer leur lumière, sans rien changer à leur couleur.

5°. Ces mêmes rayons teignent de leurs propres couleurs les morceaux de drap qui sont tout différemment colorés, sans en excepter les noirs.

EXPLICATION.

1°. Dans la première épreuve, le rayon qui a passé par le prisme, ne fait point sur le carton blanc une image oblongue & de diverses couleurs, comme dans la première expérience; parce que toutes les par-

ties étant également réfrangibles, conservent, en sortant du prisme, le parallélisme qu'elles avoient entr'el- XVII.
les avant que d'y entrer; & comme I. E Ç O N.
 les parties de la lumière qui ont le même degré de réfrangibilité, sont aussi de la même couleur, l'image du rayon réfracté dans cette expérience, ne peut avoir qu'une seule teinte.

Il faut pourtant convenir, que si l'on ne fait point cette épreuve avec bien de la précaution, l'image en question, est un peu alongée, & qu'on remarque à ses extrémités quelque petite frange de couleurs différentes de celles du rayon; c'est ce qui a fait que M. Mariotte & plusieurs autres personnes après lui, se sont inscrits en faux contre l'expérience de Newton. Mais un Physicien de bonne foi, mettra le fait hors de contestation, s'il essaye de le vérifier dans une chambre parfaitement obscure, avec un prisme, dont le verre soit sans bouillons & sans filandres, & dont les côtés soient bien droits & d'un beau poli; prenant de plus tout le soin possible

XVII. de se procurer un rayon d'une lumière homogène & sans mélange.

LEÇON. Si l'on néglige de prendre la première de ces trois précautions, la lumière qui est répandue dans le lieu où se fait l'expérience, passe en partie par le trou de la planche, avec le rayon homogène; & entrant encore avec lui dans le prisme, elle s'y décompose, & ajoute à l'image des couleurs que l'on n'y verroit pas sans cela.

Si le prisme est défectueux, il produira des réfractions irrégulières, & ne démêlera pas, autant qu'il le faut, les différentes espèces de lumière; de sorte que le rayon qu'on fera passer par la planche, ne sera pas homogène comme il doit l'être.

Enfin, de quelque cause que vienne ce dernier défaut, soit qu'on prenne le rayon trop gros, soit qu'on le choisisse mal, le second prisme ne manquera pas de le décomposer, s'il n'est pas bien simple, & sa décomposition s'annoncera par une différence de couleur au bord de l'image.

Mais quelque mal-adroit qu'on soit en faisant cette expérience,

quelque peu de précaution qu'on y prenne, il est aisé de reconnoître, XVII.
 que l'image d'un rayon simple ré- L E Ç O N.
 fracté par un prisme, ne ressemble
 guères à celle que produiroit le mê-
 me prisme avec un rayon de lumière
 composée; & si l'on apperçoit dans
 la première quelque petit mélange
 de couleurs, c'est si peu de chose,
 en comparaison de ce qui se voit
 dans l'autre, qu'un esprit sans pré-
 vention, aimera toujours mieux at-
 tribuer ce petit défaut à l'imperfec-
 tion des instrumens, ou de la mani-
 pulation, que d'en faire une diffi-
 culté réelle contre la Théorie de
 Newton, si bien établie d'ailleurs.

2°. Il arrive à la lumière simple,
 qui passe au travers d'une lentille
 de verre, ce qui arriveroit à un jet
 de lumière composée; elle se con-
 dense de plus en plus, jusqu'à ce
 qu'elle se réunisse dans un foyer;
 après quoi, elle devient divergente,
 & se raréfie à mesure qu'elle s'avan-
 ce plus loin; & cela, par les rai-
 sons que j'ai exposées en traitant de
 la Dioptrique. Mais ces différens
 degrés de condensation & de raré-

faction, qui la font paroître tantôt plus, tantôt moins forte, ne changent rien à sa couleur: à l'endroit même où elle est le plus resserrée, au foyer de la lentille, elle conserve la même nuance avec plus d'éclat, parce que toutes les parties de cette lumière étant essentiellement semblables, ne peuvent devenir différentes entr'elles, par cela seul, qu'elles sont plus ou moins rapprochées les unes des autres.

3°. Si les couleurs dans la lumière n'étoient que de simples modifications d'un fluide homogène, quel moyen seroit plus propre à les produire, que les corps transparens, que nous appellons colorés? Cependant on voit par le troisième résultat, qu'un rayon rouge, auquel on oppose un verre bleu, ou un rayon bleu auquel on oppose un verre rouge, ou se réfléchit en entier, ou que s'il y passe en partie, il conserve sa première couleur sans altération. (a) C'est que ces fortes

(a) Pour faire cette expérience avec succès, il faut des verres bien épais & d'une couleur bien foncée; & lorsqu'on reçoit le rayon bleu

de corps diaphanes ne sont pas des milieux capables de colorer la lumière, mais des espèces de cribles analogues par leur porosité à tel ou tel ordre de rayons. La lumière rouge, par exemple, se crible aisément par le verre qui refuse le passage aux rayons bleus; & ceux-ci passent avec liberté par une autre verre, qui réfléchit presque entièrement les rayons rouges.

XVII.
L E Ç O N.

4°. On voit par le second résultat, que la lumière simple ne change point de couleur, pour être plus ou moins resserrée par réfraction; soumise à la même épreuve par la réflexion des miroirs, elle ne change point davantage, & c'est toujours par la même raison; sa couleur tient à sa nature, & non pas à sa densité accidentelle plus ou moins grande.

5°. Enfin quand un rayon rouge, jaune ou bleu, tombe sur une surface quelconque, ou il s'y éteint, ou il est réfléchi, & rend visible l'endroit sur lequel il est tombé; dans le dernier cas, l'objet s'apperçoit sous la couleur propre de la lumière qui

sur le verre rouge, il faut avoir soin encore que ce rayon soit bien pur & que la chambre soit bien obscure.

XVII.

L E Ç O N .

l'éclaire, parce que cette couleur appartient à la lumière, qu'elle est inaltérable & à l'épreuve des surfaces qui la réfléchissent, comme des corps diaphanes qui la transmettent.

Tout le monde sçait, que quand on mêle ensemble du rouge & du jaune clair, on produit une couleur assez semblable à celle de l'orange, ou de la fleur appelée *soucy*: on sçait encore, que le mélange du bleu & du jaune est verd, & que celui du pourpre avec le bleu, peut faire une nuance qui ressemble à la couleur de l'indigo. Cela peut porter à croire, que parmi les couleurs prismatiques, l'orangé, le verd & le premier violet, sont des couleurs composées, & qu'il n'y a véritablement que les quatre autres qui soient primitives, ou simples. Cette pensée, sans doute, s'est présentée à Newton, comme à tous ceux qui l'ont conçue depuis; mais au lieu de s'y arrêter, comme ont fait quelques Auteurs, sans se donner la peine d'approfondir la question, ou en s'appuyant sur des faits mal observés, il a examiné avec attention ce qu'il

qu'il en étoit , & s'est assuré par les Expériences suivantes , que les trois couleurs sur lesquelles il avoit des doutes , étoient simples & primitives comme les autres.

IX. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Vers le fond d'une chambre bien obscure , on élève sur un pied qui se hausse & se baisse à volonté , une planche mince *AB* , *Fig. 12.* plus longue que large , percée dans une ligne verticale vers le milieu de sa largeur , de deux trous ronds *C* , *D* , qui ont chacun quatre lignes de diamètre , & qui sont écartés de 7 à 8 pouces l'un de l'autre : à quelques pieds de distance derrière cette planche , est un carton blanc *EE* , élevé de même , & qui peut s'approcher & se reculer suivant le besoin.

En suivant le procédé de la VII^e Expérience , on fait passer par le trou *D* , un rayon rouge bien pur , qui fait en *F* sur le carton , une image ronde de cette couleur. Ensuite par le moyen d'un second rayon solaire ,

XVII. réfracté comme le premier, mais en
LEÇON. sens contraire, on fait passer par
 l'autre trou *C* de la planche, un rayon
 jaune citron, de manière que son
 image se place précisément sur la
 première qui est rouge.

En faisant tourner doucement les
 deux prismes *G, g*, sur leurs axes, &
 en changeant un peu les distances res-
 pectives de la planche aux prismes,
 & du carton à la planche, on fait de
 même coïncider successivement le
 jaune de l'un des rayons solaires avec
 le bleu de l'autre, & pareillement
 le bleu & le dernier violet.

Après avoir ainsi formé des images
 composées de deux couleurs, on
 en fait naître de semblables avec
 des lumières simples, en bouchant
 l'un des deux trous *C*, ou *D*, & fai-
 sant passer successivement sur le car-
 ton des portions de lumière, oran-
 gée, verte & indigo, de l'un des deux
 prismes.

Après cela, on compare les der-
 nières images avec les premières, en
 regardant les unes & les autres au
 travers d'un prisme *H*.

Chacune des images produites par la lumière venant d'un seul prisme *G*, ou *g* ; soit qu'on la voye à travers le prisme *H*, soit à la vûe simple, paroît toujours ronde, & d'une couleur uniforme dans toute son étendue.

Les images composées qui paroissent de même à la vûe simple, lorsqu'on les regarde par le prisme, deviennent un peu ovales, & l'on voit l'une des deux couleurs déborder l'autre.

EXPLICATION.

Nous avons vu par les expériences précédentes, qu'une lumière simple, dès qu'elle est séparée des autres espèces, ne se décompose plus, quoiqu'on la réfracte encore plusieurs fois ; & c'est pourquoi la petite image ronde qui vient d'un seul prisme, garde constamment sa couleur uniforme & sa figure, quoiqu'on la regarde à travers le prisme *H*. Car tous les rayons de lumière qui la rapportent à l'œil, étant d'une égale réfrangibilité, se rompent dans le

===== verre sans changer de position entr'eux ; & comme ils sont aussi tous de la même couleur , l'image qu'ils peignent au fond de l'œil , doit être de la même nuance dans toute son étendue.

XVII.
LEÇON.

Par des raisons contraires , l'image formée de deux couleurs mêlées ensemble , doit devenir ovale , & l'une des deux couleurs doit déborder l'autre , comme on voit que cela arrive en effet.

On a donc raison de regarder comme couleurs simples & primitives , l'orangé , le verd & l'indigo , qui se remarquent dans l'image colorée produite par le prisme , puisque ces trois couleurs ne se décomposent point , & que ces espèces de lumières ont des degrés de réfrangibilité qui les distinguent constamment des autres.

Mais , dira-t-on , si les couleurs résident vraiment dans la lumière du soleil , pourquoi ne les y voit-on pas naturellement & sans le secours des prismes ?

A cela , je réponds 1°. Qu'on les y voit en certains cas ; tout le monde sçait , par exemple , que quand on

à regardé pendant un instant le soleil en face, si l'on ferme les yeux, ou que l'on entre dans un lieu obscur, il reste des impressions de rouge, de jaune, de verd, de bleu, &c. qui ne peuvent avoir d'autre cause que les rayons solaires qui ont touché l'organe. Lorsque la lumière du soleil introduite par un très-petit trou dans un lieu fort sombre, ou réfléchi par un corps poli, forme un point très-lumineux, on y remarque des petits filets de toutes les couleurs, qui font comme une espèce de houppe : on remarque encore les mêmes choses dans beaucoup d'autres cas, pour peu qu'on veuille y faire attention.

XVII.
L E Ç O N.

2°. Il est vrai, que pour l'ordinaire, la lumière du jour, & même celle qui vient immédiatement du soleil en forme de rayons, se présente à nos yeux sans couleur ; c'est-à-dire, que l'impression qu'elle fait, ne ressemble à aucune de celles qu'on éprouve quand on la regarde après l'avoir fait passer par l'angle d'un prisme : elle ne réveille en nous, ni l'idée de rouge, ni celle de jaune, ni celle de bleu, &c. Sur cela, New-

XVII.
LEÇON. ton nous apprend, que la lumière en cet état, est un composé de ses différentes espèces mêlées dans une juste proportion, & que le brillant éclat dont elle frappe nos yeux, résulte du mélange exact de toutes les couleurs : l'impression qu'elles font toutes ensemble, n'excite en nous aucune des idées qu'elles font naître séparément ; comme dans les couleurs artificielles, le verd ne nous rappelle, ni le jaune, ni le bleu, dont il est composé ; comme dans l'usage des autres sens, la plûpart des sensations mixtes, laisse ignorer les causes particulières qui y contribuent. Mais ce n'est point assez d'exposer cette doctrine, il faut la prouver.

X. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Cette expérience se prépare comme la première : il faut de plus avoir une bonne lentille de verre, qui ait 3 ou 4 pouces de diamètre, 7 à 8 pouces de foyer, & qui soit montée dans une chape avec un manche, pour être maniée plus commodément, *Fig. 13.*
 — A trois ou quatre pieds du pris-

me, recevez les rayons réfractés perpendiculairement sur le milieu de la lentille *I K*, & ayez un carton blanc que vous leur opposerez à différentes distances de cette même lentille, quand ils en seront sortis. XVII.
L E Ç O N.

E F F E T S.

1°. Les rayons, en passant par la lentille *I K*, prennent la forme de deux cônes opposés par leurs pointes. Si l'on présente le carton blanc depuis la lentille jusqu'au foyer *L*, l'image formée par la lumière, va toujours en diminuant de grandeur, & demeure droite. Si l'on passe le foyer en continuant d'éloigner le carton, l'image devient de plus en plus grande; elle paroît renversée: dans l'un & dans l'autre cas, elle a toutes ses couleurs.

2°. Quand on arrête le carton justement en *L*, & qu'on tient sa surface bien perpendiculaire à l'axe du cône de lumière, on ne voit dessus qu'un petit cercle très-brillant & sans couleur, comme on le verroit au foyer de la même lumière, exposée immédiatement aux rayons du soleil.

XVII. 3°. Ce petit cercle perd une grande partie de son éclat, & reçoit des couleurs, lorsqu'on intercepte, avec le bord d'une carte à jouer, le quart ou la moitié des rayons réfractés, soit avant, soit après la lentille.

E X P L I C A T I O N.

La forme que prennent les rayons en passant par la lentille, les décroissemens de l'image depuis ce verre jusqu'à son foyer *L*, les accroissemens après, sont les effets ordinaires d'un corps réfringent, dont la figure est lenticulaire, & que j'ai expliqués ailleurs : nous avons vû précédemment aussi, que les rayons de différentes espèces, étant une fois séparés, conservent & continuent de faire voir leurs couleurs, quoiqu'on les rapproche plus ou moins les uns des autres : ainsi la convergence qu'ils acquièrent en traversant l'épaisseur de la lentille, la divergence qui leur vient de leur croisement au foyer, ne doivent pas décolorer l'image, mais seulement faire varier sa grandeur & changer sa situation, en faisant paroître en haut les couleurs qui étoient en bas.

Ce qui doit principalement fixer ici notre attention, c'est que cette image resserrée dans un très-petit espace circulaire, y paroît sans aucune couleur, & qu'elle reprend de nouveau toutes celles qu'elle avoit, lorsque les rayons qui la composent, commencent à se démêler & à s'écarter l'un de l'autre, après s'être croisés. Les couleurs n'ont point été anéanties, puisqu'elles reparoissent les mêmes, & dans l'ordre qu'elles ont coutume de garder entr'elles; leur disparition au foyer, est donc l'effet d'une réunion parfaite, & d'un mélange justement proportionné; cette dernière condition est essentielle, puisque l'on voit par le 3^e. résultat de notre expérience, que la suppression d'une partie des rayons colorés, ne manque pas d'occasionner une teinte très-sensible dans le petit cercle lumineux qui est en L.

Il paroît donc par les expériences précédentes, & par bien d'autres, que je suis obligé de supprimer ici, que les couleurs sont véritablement des propriétés de la lumière, qu'elles y résident au nombre de sept;

savoir le rouge , l'orangé , le jaune
 XVII. clair , le verd , le bleu céleste , le vio-
 LEÇON. let indigo , & le violet pourpre , avec
 toutes les nuances intermédiaires ;
 que des différentes combinaisons de
 ces sept espèces , dépendent toutes
 les autres couleurs qu'on remarque
 dans la nature , & que leur mélange
 complet & bien proportionné empê-
 che qu'aucune d'elles ne soit apper-
 çue.

Ces principes bien entendus & ma-
 niés avec intelligence , peuvent ser-
 vir à expliquer tous les effets natu-
 rels qui ont rapport aux couleurs : on
 en voit grand nombre d'applications
 très-heureuses dans l'Optique de
 Newton ; j'en vais rapporter quel-
 ques-unes des plus intéressantes.

A P P L I C A T I O N S .

Ce qui surprend , lorsque pour la
 première fois on regarde à travers
 un prisme quelqu'objet éclairé , c'est
 cette belle variété de couleurs vi-
 ves dont il paroît bordé , & quel-
 quefois comme chamarré en diffé-
 rens endroits de sa surface. Voilà
 ce qui frappe au premier coup d'œil ,

& bien des gens n'y voyent que cet effet; mais un observateur attentif, XVII.
y trouve encore d'autres remarques à L E Ç O N.
faire.

Quand l'objet est grand & qu'il est vu de près, les couleurs ne paroissent qu'aux bords, au lieu que s'il est petit & vu d'un peu loin, comme une carte à jouer, par exemple, à 12 ou 13 pieds de distance, il est coloré dans toute sa surface, comme l'image produite par le prisme, dans la première expérience.

Lorsque l'objet ne paroît coloré que par ses bords, les côtés opposés le sont différemment, l'un porte du rouge & du jaune, l'autre du verd, du bleu & du violet: & si l'axe du prisme est parallele à la ligne qui joint les deux yeux, ou qu'on le tienne verticalement en ne regardant que d'un œil, il n'y a que deux bords colorés; dans le premier cas, ce sont ceux d'en bas & d'en haut; dans le second, ce sont les côtés montans: cela se voit tout au mieux, lorsqu'étant dans une chambre, on regarde en plein jour les carreaux de la fenêtre.

Enfin, si c'est un objet lumineux

XVII. **LEÇON.** sur un fond obscur, les couleurs qui paroissent aux bords, sont dans un ordre opposé à celui dans lequel on les voit, quand l'objet est obscur sur un fond clair : supposez que dans le premier cas, le rouge & le jaune soient en haut, le bleu & les violets en bas ; dans le second c'est tout le contraire, quoique l'angle du prisme par lequel on regarde, demeure toujours tourné du même sens.

On se rendra raison de ces effets, si l'on fait attention, que la lumière réfléchie de dessus les objets, comme celle qui vient immédiatement des corps lumineux, se réfracte & se décompose également, en passant par l'angle d'un prisme : car dès que les rayons qui apportent à l'œil du spectateur l'image d'un morceau de papier blanc ou de tout autre corps éclairé, se plient dans le verre les uns plus que les autres, c'est une nécessité que cette image s'agrandisse dans un sens, & qu'elle montre distinctement toutes les couleurs de ces rayons démêlés.

Si l'objet peut être compris dans l'angle que forment les rayons les

moins réfrangibles avec ceux qui le font le plus , je veux dire les rouges avec les violets , alors toutes les couleurs demeurent contiguës les unes aux autres sans interruption ; mais s'il excède cet angle , les bords opposés paroissent seuls colorés , l'un en rouge & en jaune , l'autre en verd , bleu , & violet : l'espace qui est entre deux , se voit comme à la vûe simple , parce qu'il s'y trouve des rayons de toutes les espèces , & dans une proportion assez grande , pour ne laisser sentir aucune décomposition de lumière , pourvu néanmoins que la surface de l'objet soit uniformément illuminée ; car autrement les parties les plus claires , font comme autant d'objets particuliers , de chacun desquels on peut dire tout ce que nous disons d'un objet en général.

Pour mieux comprendre tout ceci , jetez les yeux sur la *Fig. 14.* Soit *AB* , une des dimensions de l'objet , sa hauteur , par exemple ; sans l'interposition du prisme *D* , l'œil placé en *C* appercevrait l'objet en question , par tous les rayons directs compris entre *AC* & *BC*. Dès qu'on fera

passer cette pyramide de lumière composée par l'angle du prisme, chaque espèce de rayon va se réfracter suivant que la nature l'exige : de sorte que si l'on en supprimoit cinq, & qu'il ne restât que les rouges, par exemple, & les violets, il se feroit deux pointes E, F , de ces mêmes couleurs, & l'œil qui se placeroit à portée de les recevoir, verroit l'objet grand comme bc , d'un rouge pur depuis b jusqu'en d , & d'un violet également homogène, depuis a jusqu'en c . Mais la différence de réfrangibilité de ces deux lumières, n'étant pas assez grande pour porter l'image dc tout-à-fait au-dessus de l'autre ab , il est évident que l'espace ad paroîtroit sous les deux couleurs, rouge & violet, ce qui le rendroit pourpre.

Ne supprimons plus maintenant les cinq autres espèces ; faisons-les passer avec celles-ci par l'angle du prisme D ; au lieu de deux pointes E, F , il y en aura sept dans les mêmes limites, & l'œil rapportera les images qu'elles lui feront sentir, entre bc ; mais dans des bornes plus étroites, de sorte que l'espace ad participera

de toutes les couleurs : or , ce mélange récompose la lumière , & lorsqu'elle est en cet état , les couleurs disparoissent de l'endroit qu'elle illumine. Il n'y a donc que les extrémités *b d* & *a c* , qui demeurent colorées , parce qu'il n'y a que là , où les espèces soient assez démêlées , pour conserver leurs couleurs.

En regardant un carreau de vitre ou quelqu'autre objet semblable , si l'on tient le prisme horizontalement , on ne voit des couleurs qu'aux bords d'en haut & d'en bas , parce que les réfractions ne se font que dans ce sens ; c'est-à-dire , que les rayons s'abaissent vers l'œil en sortant du prisme , si l'angle réfringent est tourné en haut , & que s'il est en bas , c'est tout le contraire. Par la même raison , on ne voit des couleurs qu'aux deux côtés montans , quand la longueur du prisme est dans une situation verticale. Dans l'une & dans l'autre position , les bords colorés demeurent sensiblement droits ; cependant si c'étoit un grand objet , quoique sa longueur fût parallèle à celle du prisme , il paroîtroit courbé en forme d'arc ,

XVII. parce que les rayons qui viendroient de ses extrémités, tomberoient fort obliquement à l'axe du prisme, & ne feroient plus voir ces parties dans le même alignement avec celles du milieu, à cause de la réfraction latérale qu'ils souffriroient. On peut s'assurer de ce fait, en regardant avec le prisme, d'un lieu un peu élevé, la rivière, ou un canal bien éclairé & bien découvert, on aura le plaisir de voir un *arc en terre* tout-à-fait semblable à celui que nous admirons au ciel en certaines circonstances.

L'objet obscur sur un fond clair, fait voir à ses bords des couleurs, dont les situations ne sont pas telles qu'on les doit attendre de la réfraction respective des rayons; les rouges & les jaunes se placent en haut, les bleus & les violets en bas, lorsque par la position du prisme, on a lieu de compter sur un arrangement tout opposé. Supposons, par exemple, que *GHIK*, *Fig. 15*, soit un grand carton blanc attaché contre un mur, & qu'au milieu on ait collé un morceau de drap brun ou quelque chose d'équivalent: si l'on regarde ce dernier objet avec un prisme,

prisme, dont la longueur soit parallèle à GH , & l'angle réfringent tourné en haut; puisque les rayons rouges & les jaunes sont moins réfrangibles que les autres, ces deux couleurs devroient s'appercevoir au bord inférieur du morceau de drap, & le bord d'en haut devroit être bleu & violet. Il arrive cependant tout le contraire, parce que ces lumières réfractées & colorées, qui bordent l'objet qu'on a en vue, ne lui appartiennent pas; elles viennent du fond clair sur lequel il est attaché. Il faut considérer l'objet brun, comme placé entre deux objets blancs, & qui lui sont contigus; ces deux objets sont la partie supérieure GH , gh du carton blanc, & sa partie inférieure ik , IK . Le rouge & le jaune qu'on voit en gh avec le bleu & le violet qui bordent GH , colorent le premier selon les règles; le bleu & le violet en ik , avec le rouge & le jaune en IK , font la même chose pour le second. Aucune de ces couleurs ne doivent donc être attribuées au morceau de drap; & c'est de cette manière qu'on doit expliquer tous ces renversemens de

== couleurs qu'on croit voir, quand on
 II. regarde avec le prisme les différen-
 0 N. tes parties d'un vaste champ, les en-
 droits plus ou moins éclairés d'une
 grande surface, des arbres, ou l'hori-
 son terminé par un ciel bien lumineux.

Un rayon du soleil tombant obli-
 quement sur la surface de l'eau qui
 remplit un verre à boire posé sur le
 bord d'une table, fait voir les cou-
 leurs prismatiques à quelques pieds
 de distance au-delà, ce qui n'arrive
 pas ordinairement ou d'une manière
 bien sensible, quand la lumière qui
 a traversé le vase, ne s'étend pas un
 peu loin après son émergence.

La masse d'eau que traverse le rayon
 solaire en pareil cas, est un vérita-
 ble prisme, dont l'angle réfringent est
 vers le bord du vaisseau; il doit donc
 produire des effets semblables à ceux
 d'un morceau de verre solide qui au-
 roit cette forme; mais comme les
 différens degrés de réfrangibilité des
 rayons ne les écartent les uns des au-
 tres que sous des angles très-aigus,
 ce n'est qu'à une distance un peu gran-
 de du corps réfringent, qu'ils sont as-
 sez démêlés pour paroître avec leurs

1

2

1

1

couleurs propres ; plus près du vase ,
il n'y a tout au plus que les bords
de la lumière émergente qui soient un
peu colorés.

XVII.
L E Ç O N.

Les diamants & sur-tout ceux qui
sont *brillantés* , lorsqu'on les plonge
dans un rayon solaire , produisent une
infinité de petites images colorées ,
comme celle du prisme , & d'une
vivacité admirable : cela vient du
grand nombre de leurs facettes , qui
forment entr'elles autant de petits
prismes : la lumière incidente se parta-
ge en plusieurs petits jets , qui se sub-
divisent encore sur toutes les faces di-
versément inclinées du fond , & qui se
réfléchissant de-là , ne manquent pas
de se décomposer en sortant , s'ils ne
l'ont pas été en entrant. Les couleurs
sont plus vives avec le diamant qu'a-
vec le verre , parce qu'elles sont mieux
séparées , le premier de ces deux corps
étant plus réfringent que l'autre , &
parce que sa transparence est aussi
plus parfaite. La lumière des bou-
gies produit les mêmes effets , quoi-
qu'avec moins d'éclat que celle du
soleil ; voilà pourquoi les assemblées
de nuit sont si favorables aux par-

res dans lesquelles on fait entrer des
 II. pierreries ; des jets de lumière directe ,
 o n. multipliés dans un lieu où la clarté
 est toujours moindre que celle du
 jour , rendent les effets dont nous
 parlons , & plus sensibles & plus fré-
 quens.

J'ai dit au commencement de cet
 article , que Newton , dans le tems
 qu'il cherchoit à perfectionner les té-
 lescopes composés de verre , en sub-
 stituant à la convexité sphérique une
 autre courbure plus propre qu'elle à
 rassembler tous les rayons qui par-
 rent de chaque point de l'objet , avoit
 fait une nouvelle découverte , en con-
 séquence de laquelle il étoit impos-
 sible , avec quelque sorte de verre que
 ce fût , de parvenir à cette parfaite
 réunion. Cette découverte est , que
 les rayons qui composent la lumié-
 re , sont inégalement réfrangibles , à
 incidences égales & dans le même
 milieu , comme je l'ai prouvé d'après
 ce Philosophe. En effet , comme les
 verres ne réunissent les rayons qu'en
 les réfractant , les bleus & les violets
 se pliant plus que les autres en pas-
 sant par une lentille , se joindront &

se croiseront nécessairement plus près du verre, que les rouges & les jaunes, & l'on doit comprendre qu'il y aura toujours autant de foyers à la suite les uns des autres, qu'il y a d'espèces de rayons différemment réfrangibles; ainsi, lorsque pour construire un instrument de dioptrique, on a besoin de déterminer le foyer d'une lentille, on ne le peut faire que pour une espèce de rayons à la fois, & ce point de réunion n'est certainement pas celui de toute la lumière qui passe par le verre.

Newton ayant cherché & déterminé par le calcul la distance du premier de ces foyers au dernier (a),

(a) Le sinus d'incidence de chaque rayon homogène, est en raison donnée à son sinus de réfraction. La réfraction des rayons les moins réfrangibles, est à celle des plus réfrangibles, à-peu-près comme 27 à 28. Le plus petit espace circulaire où les verres d'un télescope puissent rassembler toutes sortes de rayons parallèles, est la 55. partie de toute l'ouverture de ce verre.

Si les rayons de toutes les espèces venant d'un point lumineux quelconque dans l'axe d'une lentille convexe, sont réunis par la réfraction en des points qui ne soient point trop éloignés de la lentille, le foyer des rayons les plus réfrangibles sera plus près de la lentille, que celui

XVII.
LEÇON. prouva par l'expérience même, que le défaut qui en résultoit, étoit sensible dans la pratique. Ayant pris un morceau de carton peint moitié en rouge & moitié en gros bleu, comme celui de notre V^e Expérience, il l'enveloppa plusieurs fois suivant sa longueur, avec un gros fil noir, qui formoit comme de grosses lignes sur les deux parties diversement colorées. Il appliqua ce carton contre un mur, de manière que sa longueur étoit horizontale; il l'éclaira fortement pendant la nuit, en mettant un peu devant une grosse chandelle allumée. A six pieds de distance de-là, il éleva verticalement une lentille de verre, large de quatre pouces & capable de rassembler les rayons réfléchis par les différens points du carton coloré, & de les faire converger vers autant d'autres points, à la

des rayons les moins réfrangibles; & la distance de l'un à l'autre est à la $27 \frac{1}{2}$ partie de la distance entre le foyer des rayons de moyenne réfrangibilité & la lentille, comme la distance entre le foyer & le point lumineux d'où procèdent les rayons, est à la distance entre ce point lumineux & la lentille, à peu de chose près.
Opt. de Newton, p. 108 & 109.

même distance de six pieds de l'autre côté, & peindre ainsi l'image de cet objet sur un papier blanc qu'il présentoit, en l'avancant tantôt plus, tantôt moins, & en observant quelle partie du carton coloré se peignoit distinctement. En procédant ainsi, il remarqua que pour avoir une image distincte & bien terminée de la partie rouge traversée de lignes noires, il falloit porter le papier un pouce & demi plus loin de la lentille, que lorsque la partie bleue se peignoit de même; ce qui montre incontestablement que les rayons bleus ont leur foyer plus près que les rouges, en passant par la même lentille, & que l'objectif d'une lunette ne peut rassembler dans un même endroit, qu'une partie de la lumière qu'il reçoit, à moins que l'objet ne soit d'une des couleurs prismatiques, rouge, jaune, verd, ou bleu, &c. (a)

XVII.
L E Ç O N.

(a) Depuis la première impression de ce Volume, on est venu à bout de vaincre cette difficulté qui paroissoit insurmontable, en composant l'objectif de la lunette avec deux matières différemment réfringentes: cet ingénieux moyen fut imaginé & proposé par M. Euler dès l'année 1747; & l'on auroit joui bien

De tous les phénomènes qui ont

I.

ON. plutôt du succès qu'il devoit avoir, s'il n'eût pas fallu pour cela regarder comme faux un fait garanti par une expérience de Newton, qui a montré tant de sagacité & d'exactitude dans toutes celles qu'il a publiées. M. Klingenstierna osa franchir cette barrière en 1755, & détermina M. Dollond, savant Opticien de Londres, à refaire de nouveau cette importante épreuve, sur la foi de laquelle on fondoit l'impossibilité de corriger l'aberration des rayons différemment réfrangibles, en conservant une réfraction qui pliât suffisamment la lumière vers l'axe de la lunette; heureusement il se trouva que Newton s'étoit trompé, & M. Dollond s'en étant bien convaincu, se mit à faire des objectifs composés de deux especes de verres, qui lui ont très-bien réussi, & avec lesquels une lunette de cinq pieds de longueur équivalut en tout à une lunette de quatorze ou quinze pieds. Alors il ne resta plus à désirer qu'une théorie générale & sûre, qui déterminât les courbures des verres relativement à leurs différents degrés de réfringence respective pour des lunettes de toutes longueurs, & qui affranchît les Artistes de la nécessité humiliante où ils eussent été de copier servilement les ouvrages de M. Dollond; c'est ce qu'ont fait de la manière la plus complète Messieurs Clairaut & Dalember aux Mémoires desquels je renvoie le Lecteur. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* 1756, pag. 380; & 1757, pag. 524. *Opuscules de M. Dalember*, Tome 3.

Ceux de mes Lecteurs qui ne seroient pas en état d'entendre les Mémoires que je viens de citer, pourront s'en tenir à la lecture de l'Hirapport

rapport aux couleurs de la lumière, il n'en est pas de plus beau, ni qui XVII.
 mérite plus notre curiosité & notre L E Ç O N.
 admiration, que ce grand arc qu'on
 voit briller au ciel, lorsqu'ayant le
 dos tourné au Soleil, on regarde une
 nuée qui fond en pluie, & qui est
 éclairée par cet astre, élevé à une cer-
 taine hauteur sur l'horison (*a*). De
 tout tems on en a eu une haute
 idée; les hommes sauvés du déluge
 universel, l'ont reçu & regardé comme
 un signe de paix de la part de Dieu: le
 Paganisme en a fait une divinité sous
 le nom d'*Iris*: les Poètes l'ont célé-
 bré de toutes les manières (*b*); &

histoire de l'Académie 1750, p. 112. & suiv.

Plusieurs Amateurs & Artistes de Paris guidés
 par M. Clairaut, ont imité avec succès les obje-
 ctifs composés de M. Dollond; ce qui les em-
 barasse le plus, c'est d'avoir des morceaux de
 verre assez grands & assez nets qui different en-
 tr'eux par leur degré de réfringence, autant
 qu'il est nécessaire.

(*a*) Le soleil ne produit l'arc-en-ciel que quand
 il est moins élevé que de 42 degrés sur l'horison.

(*b*) Dans presque toutes les Poésies galan-
 tes, on trouve le nom d'*Iris* pour désigner une
 beauté rare & touchante. Le P. Noceti, Jés. du
 Collège Romain, a fait sur l'arc-en-ciel un poë-
 me Latin très-élégant, que le P. Boscowich
 son confrere a enrichi de Notes très-instructives.

~~Les~~ les Philosophes de tous les siècles,
 XVII. se sont efforcés d'en connoître & d'en
 LEÇON. expliquer les causes Physiques.

Antoine *de Dominis*, Archevêque de Spalato, qui écrivoit vers la fin du xvi. siècle, a raisonné sur l'*arc-en-ciel*, mieux que tous ceux qui l'avoient précédé, en attribuant sa forme & ses couleurs, aux rayons du Soleil réfractés & réfléchis par les gouttes de pluie vers l'œil du spectateur. Descartes (a) enchérissant sur les explications de ce sçavant Italien, éclaircit encore la matière; mais il étoit réservé à Newton de la mettre dans son plus grand jour, en appliquant à ce phénomène, sa découverte de la décomposition de la lumière, & de la réfrangibilité propre à chaque espèce de rayon : c'est son ouvrage même qu'il faut lire & étudier, si l'on cherche des raisons complètes & exactes de toutes les circonstances; je ne veux exposer ici que ce que tout le monde peut entendre; & pour cela, je suivrai la marche des deux premiers Physiciens que j'ai cité d'abord, en imitant,

(a) *De Meteoris*,

EXPÉRIMENTALE. 411
comme eux, les principales apparen-
ces de l'arc-en-ciel, par une expérien-
ce que voici.

XVII.
LEÇON

XL. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut avoir une boule de verre creuse & mince, remplie d'eau claire, à-peu-près semblable à celles qu'on met au bas des lustres de crystal artificiel : on la suspend par deux fils attachés à ses poles, vers le fond d'une chambre, mais à telle distance de la fenêtre, & à telle hauteur, que les rayons du soleil puissent tomber dessus : afin qu'on puisse l'élever plus ou moins, on fait passer les deux fils sur deux poulies fixées au plancher, & l'on en fait pendre les bouts à portée de la main, comme on le voit par la *Fig. 16*. Enfin il faut se placer entre la fenêtre & la boule, à telle distance & à telle hauteur, que les rayons qui reviennent de la boule à l'œil, puissent faire avec ceux qui vont du soleil à la boule, des angles, tantôt plus petits que de 40 degrés, tantôt un peu plus grands que de 50 $\frac{1}{2}$.

M m ij

XVII.

LEÇON.

Si l'angle SFO , *Fig. 17.* dont je viens de parler, est de 42 degrés 2 minutes, l'œil du spectateur placé en O , apperçoit un rouge fort vif dans la direction Or .

Si l'œil s'élève davantage, ou que la boule s'abaisse tout doucement pour faire l'angle en question de plus en plus petit, jusqu'à ce qu'il n'ait plus que 40 degrés 17 minutes, comme SFB , on apperçoit successivement toutes les autres couleurs prismatiques, le jaune, le verd, le bleu, &c. dans les directions Ji , Bb , &c.

Enfin si l'on fait ce même angle de 50 degrés 57 minutes, la boule étant plus élevée, comme dans la *Fig. 16.* on voit le rouge dans la direction Or , & si l'on continue d'élever peu à peu la boule, jusqu'à ce que l'angle soit de 54 degrés 4 minutes, on voit succéder toutes les autres couleurs dans cet ordre, le jaune, le verd, le bleu, &c.

EXPLICATION.

Dans le premier cas, *Fig. 17.* le

trait de lumière solaire Ss , venant frapper la boule obliquement, se réfracte vers la perpendiculaire pC , & va heurter la surface intérieure du verre en t ; une partie de cette lumière, qui ne pénètre pas dans l'épaisseur du verre, est renvoyée vers f , l'angle de sa réflexion devenant égal à celui de son incidence en t . Mais au lieu d'aller en droite ligne en f , elle se réfracte encore une fois, en s'écartant de pC , parce qu'elle passe obliquement de l'eau dans l'air; & comme ce trait de lumière, quelque mince qu'il soit, est un assemblage ou un faisceau de rayons différemment réfrangibles, le rouge qui l'est le moins de tous, se rend au point O , le jaune en J , le bleu en B , &c. ainsi pour apercevoir successivement toutes ces couleurs, il faut de deux choses l'une ou que l'œil s'élève d' O en B , ou que la boule d'eau s'abaisse d'autant; & alors l'angle formé par le rayon incident Ss & le rayon émergent vB , est d'un degré 47 minutes plus petit que SFO .

Si l'on conduit de même un jet de lumière solaire Ss , *Fig. 16.* à la par-

M m iij

XVII.

LEÇON.

tie inférieure de la boule, que je suppose être plus élevée que dans le cas précédent, & qu'on examine la route qu'il doit tenir, en conséquence des loix de la réfraction & de la réflexion que nous avons établies ailleurs, on verra qu'il se réfracte d'abord pour aller en *d*, d'où se réfléchissant vers *e* & de-là vers *g*, il est obligé de se réfracter une seconde fois, en sortant de la boule pour rentrer dans l'air. Alors, comme dans le premier cas, il se décompose & se divise, le rouge moins réfracté que les autres se rend en *O*, les jaunes, les bleus, &c. en *J*, en *B*, &c. voilà pourquoi il faut ou abaisser l'œil, ou élever la boule, pour voir successivement toutes ces couleurs. Et si l'on compare l'angle *SFB*, à *SFO*, on trouve qu'il est de 3 degrés 7 minutes plus grand.

Pour tirer de cette expérience une explication très-plausible de l'arc-en-ciel, il n'y a qu'à comparer les gouttes d'eau qui tombent de la nuée, à la boule dont nous venons de parler; car les gouttes de pluie sont d'une figure sphérique ou à-peu-près, & la

grandeur n'est ici d'aucune considération. Puisque cette boule en descendant de *D* vers *E*, *Fig. 17*, & en montant de *G* vers *H*, *Fig. 16*, fait voir successivement les couleurs prismatiques dans cet ordre, rouge, jaune, verd, bleu, violet, il est évident que si les deux espaces *ED*, *GH*, étoient remplis par deux suites de petites boules d'eau permanentes, on verroit à la fois deux rangs de couleurs, sçavoir de *D* en *E*, du rouge, du jaune, du verd, du bleu, du violet, & de même en montant de *G* en *H*. Et si l'on imagine de pareilles suites dans les circonférences de deux demi-cercles, dont l'œil du spectateur occupe le centre, on aura deux bandes fémi-circulaires, diversement colorées, dont les largeurs seront égales à *ED*, & à *GH*, c'est-à-dire, proportionnées à la différence qu'il y a entre les rayons les plus réfrangibles & ceux qui le sont le moins, & dont les couleurs seront dans des situations opposées.

Tout cela quadre, on ne peut pas mieux, avec ce que l'on observe dans l'arc-en-ciel : pour l'ordinaire il est

XVII.
LEÇON. double, celui d'en bas dont les couleurs sont les plus vives, est rouge en sa partie supérieure. Le jaune, le verd, le bleu, &c. le suivent en descendant : dans l'autre, au contraire, c'est le rouge qui borde l'intérieur, & les autres couleurs s'étendent en montant, *Fig. 18.* Celui-ci est moins brillant que le premier, parce que la lumière ayant souffert une réflexion de plus, s'est affoiblie davantage.

On voit dans les *Figures 16 & 17*, les couleurs se présenter à l'œil dans un ordre tout différent de celui dont je viens de parler, & qu'on observe aux deux arcs-en-ciel ; mais il faut faire attention que c'est au ciel où nous voyons ces couleurs, & que nous les y rapportons par des directions qui se croisent aux points d'émergence *g, f* : ainsi nous voyons le rouge en *r*, le jaune en *i*, le bleu en *b* ; de-là il arrive que le rouge paroît border extérieurement l'arc d'en bas, & intérieurement celui d'en haut.

Quant à la largeur des arcs, elle est plus grande dans l'un & dans l'autre, que ne la donnent les limites qui renferment tous les degrés de réfran-

gibilité des rayons hétérogènes; il faut avoir égard au diamètre du Soleil, qui est d'un demi-degré à-peu-près; Newton détermine la largeur de l'Iris intérieure de 2 degrés 15 minutes, celle de l'arc extérieur, de 3 degrés 40 minutes, leur distance réciproque, de 8 degrés 25 minutes.

C'est par des raisons semblables à celles que je viens d'employer, qu'on doit chercher à expliquer les couleurs qu'on apperçoit autour d'un jet d'eau que le vent agite & divise en pluie, lorsqu'il est éclairé du Soleil, & qu'on le regarde ayant le dos tourné à cet astre; car on n'apperçoit pas cet effet dans toutes sortes de positions, & si l'on examine attentivement celle qui est nécessaire, on verra que les angles formés par les rayons qui vont du Soleil au jet d'eau, & par ceux qui reviennent de-là à l'œil du spectateur, sont assujettis aux conditions qu'exige l'arc-en-ciel.

On a vu quelquefois des cercles de lumière colorée, par portions ou entier, sur une prairie qu'on regardoit d'un lieu un peu haut, quelque tems après le lever du Soleil. Ce

sont encore des effets de la lumière réfractée & réfléchiée par les gouttes de rosée qui restent attachées à l'herbe pendant un certain tems. Pour connoître particulièrement la marche des rayons en pareil cas, il n'y a qu'à faire attention à la hauteur de l'astre sur l'horison, à la position de l'œil, aux pouvoirs réfractif & réfléchif d'une goutte d'eau supposée à l'endroit où paroît le phénomène, & aux différens degrés de réfrangibilité des rayons qui composent la lumière solaire. Enfin c'est encore aux réfractions que souffre la lumière en passant par des gouttes d'eau, qu'on doit attribuer ces cercles colorés qu'on observe quelquefois autour du Soleil & de la Lune, puisqu'on les imite en quelque façon, lorsqu'on place la flamme d'un flambeau ou d'une bougie derrière une vapeur d'eau un peu épaisse.

ARTICLE II.

*Des couleurs considérées dans les objets
& dans le sens de la vue.*

On ne peut pas nier que les corps ne contribuent en quelque façon aux

couleurs dont ils nous paroissent revêtus : il ne suffit pas qu'un objet soit éclairé pour que nous le voyions blanc, jaune, ou verd ; quoiqu'il y ait dans la lumière qu'il reçoit, tout ce qu'il faut pour le faire paroître tel à nos yeux, comme on l'a prouvé dans l'article précédent. Il faut encore qu'il y ait en lui quelque qualité ou disposition qui le rende propre à réfléchir ou à transmettre certaines parties de cette lumière, à l'exclusion des autres.

Je dis à réfléchir ou à transmettre certaines espèces de rayons ; car les corps que nous nommons colorés sont, ou opaques ou transparens ; & la disposition dont je parle, que peut-elle être, sinon dans les premiers, une texture particulière de leurs surfaces, un certain arrangement de leurs parties superficielles, & dans les derniers, une porosité qui soit analogue, ou par la grandeur ou par la figure, à telle ou telle espèce de lumière ?

Cette idée toute simple, peut suffire dans l'opinion de ceux qui attribuent à la lumière un mouvement de translation, qui transporte réellement les globules du corps lumineux aux

———— objets visibles, & de ces objets jus-
 XVII. ques à nos yeux: en comptant sur
 L E Ç O N. une propagation de cette espèce; on
 peut dire que les surfaces réfléchis-
 santes sont des assemblages de parties
 solides qui font rejaillir en avant la
 lumière qui vient les heurter, & que
 les corps transparens sont des espé-
 ces de cribles qui en laissent passer
 la plus grande partie; & pour ren-
 dre raison des couleurs, on peut ajou-
 ter qu'en conséquence d'une certaine
 proportion ou analogie, dans la super-
 ficie des uns & dans la porosité des au-
 tres, certains rayons plutôt, ou en
 plus grande quantité que les autres,
 sont repoussés ou transmis. La lumière
 rouge, par exemple, de préférence se
 tamisera à travers le rubis, & rejaillira
 de dessus le cinabre; la topaze & l'or
 feront la même chose à l'égard des
 rayons jaunes; l'émeraude & l'herbe
 des prairies à l'égard des verts, &c.

Mais si l'on demeure attaché au
 sentiment de Descartes, & qu'on n'ad-
 mette dans les rayons de lumière qu'un
 mouvement de vibration communi-
 qué de proche en proche aux globu-
 les qui les composent, sans aucun dé-

placement de leur part; si l'on pense aussi, comme nous, que la lumière ou plutôt son action, n'est pas réfléchie par les parties propres des surfaces, mais par celles de son espèce qui en remplissent les pores & qui se présentent à leur embouchure, il faudra ajouter à l'idée que je viens d'exposer, pour expliquer les apparences des couleurs; car à quoi serviroit de concevoir les corps transparens comme des cribles à lumière, si ce fluide subtil n'avoit point de mouvement qui pût lui faire traverser l'épaisseur de ces corps?

Ajoutons donc cette hypothèse, que non-seulement les surfaces réfléchissantes ont leurs pores remplis de lumière, pour réfléchir celle qui tombe dessus; mais que cette lumière, dans les surfaces colorées, est de telle ou telle espèce, & capable par-là de recevoir & de rendre à des globules semblables, le mouvement qui leur est propre. Ainsi la cochenille teint en rouge, non par elle-même, mais parce que ses particules divisées & logées dans les pores de la laine, sont comme autant de petites éponges abreuvées de lumière rubrique,

XVII.

LEÇON,

XVII. propre à réagir contre une pareille
LEÇON. lumière, & sur lesquels les rayons
 d'une nature différente s'amortissent
 & s'éteignent, par le défaut d'une
 réaction convenable.

Concevons de plus les corps trans-
 parens qui ont des couleurs, non
 comme de simples cribles, mais com-
 me des raiseaux dont les mailles con-
 tiennent quelque espèce particulière
 de lumière, capable de recevoir &
 de transmettre au-delà le mouvement
 qui lui est communiqué par des rayons
 d'une même nature : les pores ali-
 gnés d'une masse de vin, renferment
 donc des suites de globules rubrifi-
 ques, qui frappés par une lumière
 composée, ne reçoivent & ne trans-
 mettent que le mouvement qui appar-
 tient aux rayons de cette couleur.

Les surfaces parfaitement réfléchis-
 santes, celles que nous nommons *mi-
 roirs*, & qui renvoyent toutes les es-
 pèces de lumières, séparément ou
 toutes ensemble, contiennent dans
 leurs pores, ainsi que les corps *lim-
 pides*, comme le verre, l'eau, &c. des
 globules de tous les ordres & dans
 une proportion semblable à celle que

la nature a observée dans la composition de la lumière solaire: de-là XVII.
 vient, que ces corps sont toujours L E Ç O N,
 prêts à repousser ou à transmettre
 l'action des rayons homogènes, séparés ou réunis,

Les surfaces blanches & les corps qui n'ont qu'une transparence imparfaite & sans couleur, ne diffèrent de ces derniers que du plus au moins ; c'est-à-dire, que la lumière incidente s'y réfléchit, ou passe à travers avec déchet & irrégularité, soit par défaut d'alignement dans les pores, soit par une figure, une grandeur, un arrangement peu favorable des parties propres de ces corps.

Enfin, ce que nous nommons *sombre, obscur & noir*, n'est qu'une privation plus ou moins grande de la lumière transmise ou réfléchie: ce qui vient de ce que les corps éclairés, qui nous paroissent tels, absorbent ou éteignent l'action de la lumière: cet effet, suivant l'opinion que j'expose ici, doit être attribué à ce que la lumière qui remplit les pores, se trouve trop engagée parmi les parties propres des matières qui

II. la contiennent, & incapable par-là de recevoir & de communiquer une grande partie du choc qui lui vient des rayons incidens.

Puisqu'on n'est pas d'accord sur la nature du mouvement dont la lumière s'anime, & que bien des gens tiennent encore aujourd'hui pour la translation ou émission réelle des globules, je ne prétens donner tout ce que je viens de dire en dernier lieu, que comme une hypothèse; mais qu'on l'embrasse ou qu'on la rejette par rapport à l'inhérence prétendue de la lumière dans les corps, & à la manière dont je suppose que l'action des rayons incidens se transmet par les milieux diaphanes, ou se réfléchit par les surfaces opaques, je ne crois pas qu'on puisse se dispenser d'en admettre la partie essentielle qui n'intéresse aucun système, ou plutôt qui s'accommode à tous, je veux dire ce que j'ai avancé d'abord, que la couleur des corps naturels consiste principalement dans un certain arrangement, dans la figure particulière & dans la ténuité plus ou moins grande de leurs parties, entant que
cela

cela les rend propres à réfléchir ou à réfracter plus ou moins la lumière, & à les rendre visibles, sous telle ou telle espèce de rayons.

XVII.

LEÇON.

Newton, qu'on ne peut se dispenser de citer à tout instant dans cette matière, après un grand nombre d'expériences & d'observations maniées & examinées, avec une exactitude & une sagacité sans exemple, s'en est tenu, pour expliquer les couleurs des corps naturels, à la seule épaisseur plus ou moins grande des petites lames ou particules qui les composent, il a porté sur cela sa théorie & ses calculs si loin, que des commençans auroient peine à le suivre; il ne prétend pas moins que déterminer les degrés de ténuité que doivent avoir les parties constituantes des surfaces ou des épaisseurs, pour réfléchir ou réfracter telle ou telle espèce de lumière, pour faire qu'un corps vu par réflexion ou par transparence, nous semble rouge, jaune, ou bleu. D'où il suit qu'on pourroit aussi juger de la grandeur de ces êtres (que les meilleurs microscopes sont encore bien éloignés de nous faire distinguer) par

la couleur seule de leur assemblage.

XVII.

LEÇON.

Pour moi, en adoptant pour cause principale des couleurs dans les corps naturels, les différens degrés d'amin-
cissement ou de ténuité de leurs parties, je n'en exclus, ni la figure de chacune d'elles, ni la contexture de leur assemblage, & je compte beaucoup sur les variétés qui naissent de-là dans leur porosité. Voici, dans l'Expérience suivante, une des principales preuves de Newton, qui peut m'en servir également.

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Prenez un verre de lunette qui ait une de ses surfaces plane, & un autre verre qui soit très-peu convexe, tel que pourroit être l'objectif d'un télescope de trente pieds ou davantage; appliquez la convexité de celui-ci sur le plan du premier, & serrez-les fortement l'un sur l'autre avec les deux mains, mais de manière que vous puissiez voir ce qui se passe entre les deux (a). Voyez la Fig. 19.

(a) Au défaut d'objectifs de long foyer, on peut faire cette expérience en appuyant les

Fig. 16.

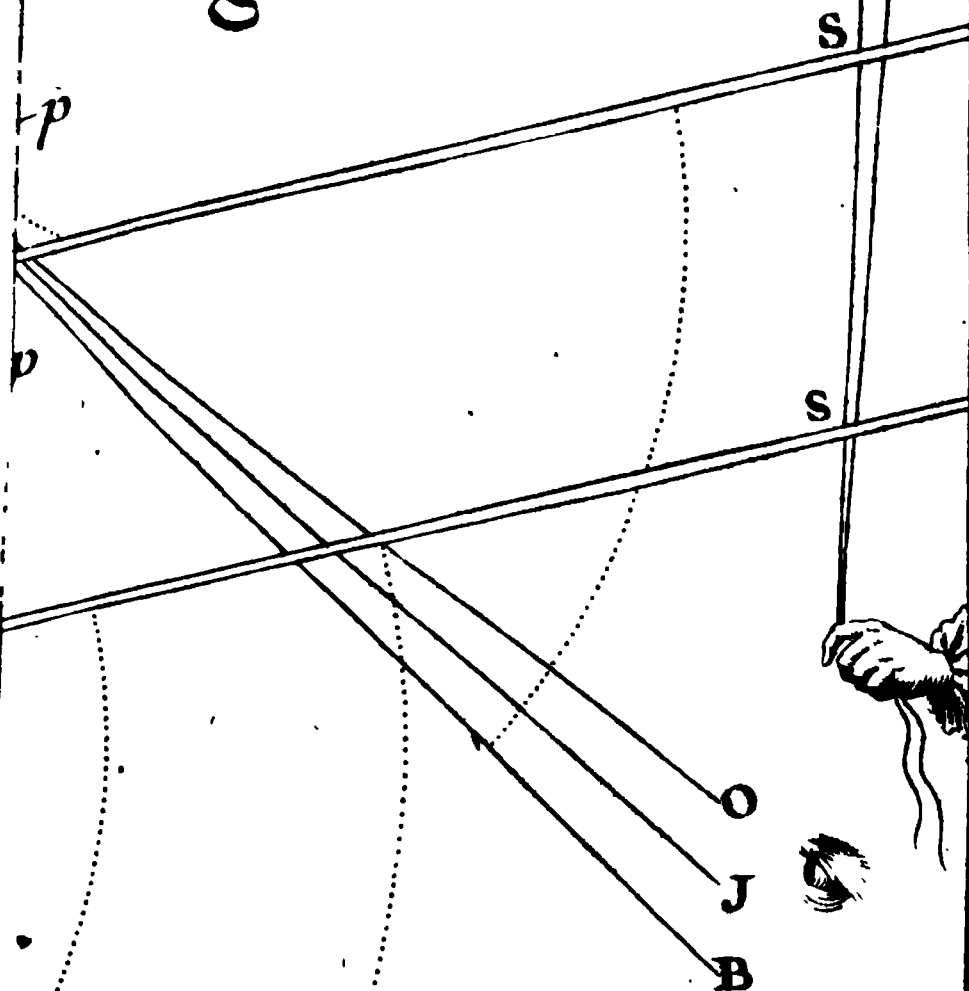
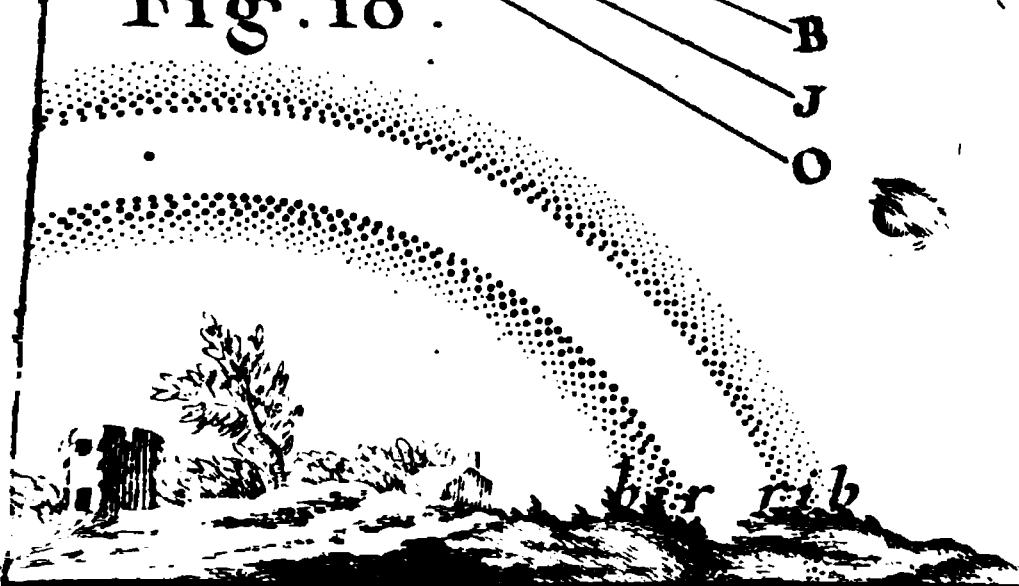


Fig. 17.

Fig. 18.



Ces deux verres ainsi joints, étant posés sur quelque chose d'obscur, afin qu'il ne revienne aucune lumière de dessous, mais seulement celle qui peut être réfléchie, vous appercevrez au milieu, c'est-à-dire, à l'endroit où ils se touchent & se pressent naturellement, une tache noire entourée de plusieurs anneaux diversément colorés & un peu séparés les uns des autres, par des intervalles d'un blanc simplement lumineux : voici l'ordre de ces couleurs, en commençant par le cercle le plus près de la tache sombre qui occupe le centre : bleu, blanc, jaune, rouge, violet, bleu, verd, jaune, rouge, pourpre, bleu, verd, jaune, rouge, verd, rouge. Quelquefois on en apperçoit encore d'autres, mais qui s'affoiblissent tellement en approchant de la circonférence des verres, qu'ils sont presque imperceptibles.

côtés de deux prismes l'un sur l'autre : car comme il est très-rare que leurs surfaces soient rigoureusement planes, on peut compter qu'elles commenceront à se toucher par un point ou par un très-petit espace, comme les verres un peu convexes.

XVII. Si vous tenez ces verres ainsi pressés, de façon que vous puissiez recevoir dans l'œil la lumière qui les traverse, au lieu d'une tache noire ou obscure au centre, vous appercevrez un petit espace circulaire d'une clarté semblable à celle que produit la lumière du jour, en passant par un simple verre : & les espaces qui sépareroient les cercles colorés dont je viens de faire mention, vous paroîtront eux-mêmes des cercles colorés dans l'ordre qui suit : rouge, jaune, noir, violet, bleu, blanc, jaune, rouge, bleu, rouge, verd tirant sur le bleu, &c.

EXPLICATION.

Entre les deux verres de notre expérience, il reste une petite lame d'air circulaire, qui va toujours en s'aminçissant de la circonférence vers le centre, & qui manque entièrement à l'endroit du contact : quand on regarde les verres par dessus, le milieu paroît comme une tache noire ou obscure, parce que la lumière passe en cet endroit, comme à travers d'un milieu homogène, les deux verres n'en faisant qu'un, à cause de leur jonction

Immédiate, & parce que cette lumière rencontre au-dessous un fond brun ou obscur qui ne la renvoie pas. Ce qui prouve que cela est ainsi, c'est que ce même endroit des verres paroît clair & lumineux à quiconque regarde le jour à travers.

XVII.

LEÇON

A compter de cet espace circulaire jusqu'à la circonférence des verres, la lame d'air qui est entre deux, augmente d'épaisseur imperceptiblement; & puisque les couleurs des cercles qu'on apperçoit, tant par réflexion que par transparence, changent avec ces différens degrés de ténuité; il y a tout lieu de croire, que c'est de là principalement que dépend dans les corps le pouvoir qu'ils ont de réfléchir ou de transmettre telle ou telle espèce de lumière.

Si cela n'arrivoit qu'avec des lames d'air amincies de cette manière, on pourroit attribuer à quelque qualité particulière de ce fluide, la variété des couleurs dont il est ici question; mais les émailleurs en soufflant du verre extrêmement mince, nous donnent occasion d'appercevoir les mêmes effets dans les fragmens qui

XVII.
L E Ç O N. se trouvent presque toujours d'une épaisseur inégale; & qui est-ce qui ne les a point vus & admirés dans ces boules légères que forment les enfans avec un chalumeau de paille & de l'eau chargée de savon?

Ce qu'on doit remarquer encore dans l'expérience des deux verres, c'est qu'en les serrant de plus en plus l'un sur l'autre, on amincit à proportion les bords intérieurs de la lame d'air, & en même-tems on voit les cercles de couleurs s'éloigner du centre: on observe aussi de pareils changemens aux boules d'eau de savon, aussi-tôt après qu'on les a formées, parce que la pesanteur entraînant la liqueur du haut en bas, amincit peu à peu les boules dans leur épaisseur à tout instant. Tout cela prouve de plus en plus, que les couleurs ne tiennent point à la nature des corps, puisque la même matière les prend & les quitte successivement, mais plutôt aux degrés d'amincissement des parties, puisqu'avec cette condition on fait prendre les mêmes couleurs à différens corps.

II. EXPERIENCE.

XVII.
LEÇON

PREPARATION.

Ayez 1°. un peu d'esprit de vin dans lequel on ait fait infuser à froid & pendant quelques momens, des feuilles de roses, de façon que la liqueur n'en ait pas contracté une couleur sensible.

2°. Du sirop de violettes étendu dans de l'eau claire à parties égales.

3°. De l'eau commune légèrement chargée de vitriol bleu, de sorte qu'elle n'ait qu'une couleur d'aigue-marine.

4°. Un peu de sublimé corrosif fondu dans de l'eau bien nette, & qu'il faut clarifier ensuite, soit en la laissant reposer, soit en la filtrant par le papier gris.

5°. De la teinture de tournesol.

6°. De l'eau-forte ou de l'esprit de nitre.

7°. De l'huile de tartre par défaut.

8°. De l'esprit volatil de sel armoniac.

9°. Cinq ou six petits verres à boire

XVII. finis, d'une figure conique & bien
 L E Ç O N s. transparens.

E F F E T S.

Si dans la première de ces liqueurs vous faites tomber une goutte ou deux d'eau-forte ou d'esprit de nitre, elle devient tout-d'un-coup d'un beau rouge couleur de roses.

En jettant de même un peu d'eau-forte dans l'infusion de tournesol, on change subitement sa couleur bleue en un rouge couleur de feu.

Le sirop de violettes devient verd, par l'addition de l'huile de tartre.

Ce même sirop devient rouge, quand on y mêle de l'eau-forte.

Dans la solution de vitriol bleu, versez un peu d'esprit volatil de sel armoniac; vous aurez une liqueur d'un très-beau bleu.

Ajoutez-y peu à peu de l'eau forte, le bleu disparoîtra, & vous verrez se naître la première couleur d'aigue-marine.

L'eau chargée de sublimé corrosif, perd sa limpidité & devient d'un rouge opaque de rouille de fer, par l'addition de l'huile de tartre.

Ce

Ce mélange passe de la couleur ~~rouge~~ rouge au blanc de lait, quand on y ajoute de l'esprit volatil de sel ammoniac. XVII.
L E Ç O N.

Enfin on lui rend sa première limpidité, & l'on fait disparaître toute couleur, en y versant de l'eau-forte.

Il n'est pas nécessaire que j'indique ici des doses précises, pour tous ces mélanges; ils se feront toujours avec succès, si les liqueurs sont bien préparées: il suffit de verser doucement les unes sur les autres, jusqu'à ce qu'on voye paroître l'effet qu'on attend.

Il est bon d'avertir aussi, qu'il faut recueillir avec soin toutes ces liqueurs dans une jatte ou dans une cuvette après chaque expérience, pour les jetter dans un endroit où les animaux ni aucune personne ne puissent en être incommodés. L'eau-forte & sur-tout le sublimé corrosif, sont des drogues dangereuses.

EXPLICATION.

Toutes ces Expériences & une infinité d'autres semblables, qu'on trouve dans tous les livres de Physique & de
Tome V, Q q

XVII. Chymie (a), peuvent se réduire à ces quatre effets principaux.

Leçon.

Le premier : on voit naître une couleur bien décidée, par le mélange de deux liqueurs qui n'en ont point séparément l'une de l'autre.

Le second : une couleur se change en une autre très-différente, par l'addition d'une liqueur qui n'est nullement colorée.

Le troisième : une liqueur limpide & sans couleur, devient opaque & colorée, en se mêlant avec une autre liqueur limpide comme elle.

Le quatrième : un mélange qui a de la couleur & de l'opacité, perd l'une & l'autre, par l'addition d'une liqueur, laquelle, à en juger par sa limpidité & par la petite quantité qu'on en emploie à cet effet, paroîtroit propre à partager simplement les qualités qu'elle détruit.

Tout cela me semble s'expliquer assez bien, par les principes que nous

(a.) Quiconque sera curieux de voir un plus grand nombre de ces expériences, pourra consulter les Commentaires de M. Muschembroek, sur les expériences de l'Académie del Cimento, qu'il a traduites en Latin : *Tentamina Flægantina* in-4^o.

avons établis ou adoptés ci-dessus. Si les liqueurs n'ont point de couleur avant que d'être mêlées ensemble, d'où peut leur venir celle qu'elles ont après le mélange, sinon d'un changement de porosité, qui les rend propres à transmettre une espèce particulière de lumière, au lieu de toutes sortes de rayons qu'elles admettoient auparavant, & auxquels elles donnoient un passage libre ? Et si l'on demande quelle est la cause de cette nouvelle porosité, on peut répondre avec Newton, qu'elle vient de ce qu'une des deux liqueurs atténue les parties de l'autre & les rend plus minces, ou de ce qu'elle fait tout le contraire, en leur unissant les siennes ; il est probable, par exemple, que l'esprit de nitre, en qualité d'acide, divise les molécules du sirop de violettes, & ouvre des pores tels qu'il les faut pour le passage des rayons rouges, tandis que l'huile de tartre faisant un effet tout opposé, ne laisse des routes ouvertes que pour une lumière plus foible de sa nature, telle que celle dont les rayons sont verts.

L'on peut apporter les mêmes rai-

O o ij

XVII.
LEÇON, sons pour le second effet, & même pour le troisième; car si la limpidité consiste dans l'alignement bien parfait des pores en tous sens, & que cette disposition dépende, comme on n'en peut pas douter, de la figure & de la ténuité des parties solides, il ne suffit pas, pour faire un mélange transparent, que les liqueurs composantes soient limpides séparément; il peut arriver que dans leur union, les molécules deviennent plus grossières, & s'arrangent tout autrement qu'auparavant, & en voilà assez pour produire l'opacité: c'est ce qui arrive apparemment, quand on mêle avec la solution de sublimé, l'huile de tartre ou l'esprit volatil de sel ammoniac.

Et si la limpidité renaît dans le mélange, par l'addition de l'eau-forte, c'est que cette liqueur acide dissout les parties qui s'étoient liées ensemble, leur rend leur première ténuité, & l'arrangement régulier qui est nécessaire pour composer une masse transparente & sans couleur.

APPLICATIONS.

Nous avons tous les jours sous les

yeux des productions, des changemens, des extinctions de couleurs, que nous ne pouvons attribuer raisonnablement à d'autres causes, qu'à la nouvelle contexture des surfaces, ou à quelque mouvement intestin qui change la porosité de la masse. Parcourons quelques-uns de ces effets, & choisissons de préférence ceux qui sont les plus connus.

XVII.

LEÇON.

Le papier teint en bleu ou en violet, devient d'abord d'un beau rouge qui pâlit peu de tems après, lorsqu'on passe dessus un peu d'eau-forte affoiblie avec de l'eau commune; l'on voit à-peu près la même chose, quand on le touche avec quelque autre acide, comme le jus de citron, le vinaigre, l'esprit de vitriol, la simple dissolution de nitre, &c. Après les expériences rapportées ci-dessus, il est aisé de comprendre, que les parties colorantes qui tiennent à la surface du papier, étant livrées à l'action d'un acide, changent de grandeur & probablement de figure, & que par-là elles deviennent propres à réfléchir des rayons rouges plutôt que des bleus & des violets; & comme cette

XVII.
Leçon.

action dure un certain tems, avant que d'avoir tout son effet, le rouge qui paroît d'abord très-foncé & très-vif, arrive par plusieurs nuances successives, à une couleur plus pâle & plus languissante.

C'est ainsi que certaines matières tachent les étoffes, en désunissant les parties composantes de leur teinture; les endroits qui en sont atteints paroissent sous d'autres couleurs, & cela est ordinairement sans remède: un moyen de prévenir ces effets en tout ou en partie, c'est, lorsqu'on en a le tems, de noyer dans beaucoup d'eau bien nette, la matière qui doit les produire, encore faut-il que la teinture qu'on veut conserver, ne soit pas de nature elle-même à céder à l'eau dont on veut laver l'étoffe.

L'attouchement du grand air, la lumière du jour, les rayons du Soleil, l'action du feu, suffisent pour altérer en peu de tems certaines couleurs tendres, comme la couleur de rose, de citron, & quantité d'autres, qu'on nomme de *petits teints* à cause de leur peu de solidité. Il y a grande apparence que ces altérations viennent

pour la plupart, de ce que les dro- XVII.
gues qu'on a associées pour compo- L E Ç O N
ser ces teintures, se désunissent aisé-
ment par toutes ces causes, ou que
les parties colorantes, sans se décom-
poser, se détachent des surfaces qui
s'en étoient chargées. Mais de l'une
ou de l'autre façon, l'étoffe devient
par-là hors d'état de réfléchir la mê-
me espèce de lumière qu'auparavant.

Parmi les effets de cette sorte pro-
duits par l'action du feu, il n'en est
guère de plus singulier ni de plus re-
marquable, que ce qui arrive aux
écrevisses, aux crabes, & à quantité
d'autres poissons crustacés : à quoi
peut-on attribuer ce beau rouge dont
ils se teignent en cuisant, sinon à quel-
que changement de texture su-
perficielle ? changement si délicat,
& tellement imperceptible, que l'œil
le plus fin, armé du meilleur micro-
scope, ne peut découvrir en quoi il
consiste.

L'action de l'air à cet égard a aussi
des effets bien dignes d'attention ; sans
elle il y a tout lieu de croire que nous
serions privés de ce beau verd qui
nous flatte la vûe d'une manière si dé-

licieuse dans nos campagnes & dans nos jardins, puisqu'il ne vient point aux plantes qu'on tient couvertes, & puisqu'on le fait perdre en peu de jours à celles qui l'ont, en les enveloppant seulement avec de la paille ou avec de la terre; car c'est ainsi qu'on fait blanchir le céleri, la chicorée, les cardons, &c. dans les portagers; & l'herbe qui commence à croître dans quelque endroit resserré & couvert, comme sous un banc, sous une pierre, ou une tuile un peu soulevée, &c. ne montre que des jets blancs qui tirent sur le jaune.

Mais l'air ne contribue pas seulement à la couleur verte, il semble qu'il ait aussi grande part à toutes les autres, si l'on en juge par les observations suivantes.

On trouve sur les bords de la mer, & spécialement sur les côtes d'Aunis, quand la marée est basse, un petit limaçon qui a sur le col une grosse veine d'un blanc tirant sur le jaune, & l'on voit aussi autour de ce coquillage des petits corps oblongs de la même couleur, & de la grosseur à-peu-près d'un grain de froment; si l'on ou-

Vre où la veine ou ces espèces d'œufs dont j'en parle, il en sort une liqueur épaisse un peu visqueuse, & qui ressemble par sa couleur à une eau sale & épaissie; mais dès qu'elle a été exposée quelques momens au grand air, elle devient d'un très-beau pourpre, & le linge qui en est taché ne se décolore point au blanchissage ordinaire: voyez sur cela un Mémoire très-curieux de M. de Reaumur, dans le volume de l'Académie des Sciences pour l'année 1711.

L'eau teinte avec l'orseille (a) perd en très-peu de tems sa belle couleur rouge, si elle est renfermée dans un vaisseau, & privée du contact de l'air libre; je dis de l'air libre, car il suffit pour cet effet, que la bouteille qui la contient, ait un orifice bien étroit, sans être bouché, pourvu qu'on ne l'agite point. L'eau qui se déco-

(a) L'orseille est une espèce de lichen ou de mouffe qui croît sur les rochers. On la tire des Canaries, & en la préparant avec l'urine & l'eau de chaux, on en fait une pâte qui délayée dans de l'eau, sert à teindre les étoffes communes de laine, comme les draps des troupes, les serges dont les gens de la campagne s'habillent, &c.

XVII. **L 290 N.** lore ainsi, demeure claire & sans aucun dépôt apparent; mais elle est un peu jaunâtre. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est qu'elle reprend sa première couleur, aussi-tôt qu'on y introduit de nouvel air, & ces alternatives peuvent se répéter autant qu'on le veut. Je fis cette petite découverte, en cassant par accident un de mes thermomètres construits suivant les principes de M. de Reaumur; on sçait que la liqueur de ces instrumens est un mélange d'esprit de vin & d'eau commune teinte avec l'orseille; celui que je cassai avoit perdu toute sa couleur, & je fus très-surpris de la voir reparoître, lorsque la liqueur fut répandue: j'appris par ce petit malheur, pourquoi nos thermomètres sont sujets à se décolorer, & ce qu'on peut faire pour empêcher que cela n'arrive sitôt, ou pour y remédier, quand cela est arrivé. Je ne purge point d'air la liqueur, comme je le faisois auparavant; j'en laisse même un peu dans le haut du tube; & quand, malgré cette précaution, la couleur a disparu, je la fais revivre, en descellant le tube pour quelques

momens ; je lui donne ainsi de nouvel air, & je le referme ensuite à la manière ordinaire.

Je remarquerai ici par occasion, que parmi les productions de la nature, il y en a plusieurs qui passent immédiatement de cette couleur blanche qui est un peu jaune, à ce beau rouge cramoisy ou pourpre dont je viens de parler. Je n'en veux citer que quelques exemples, laissant au lecteur le soin d'en observer un plus grand nombre ; le sang & le chyle des animaux différent entr'eux par la couleur, à-peu-près comme la liqueur du limaçon, dont j'ai parlé plus haut, diffère d'elle-même, après qu'elle a pris l'air. Les fruits qui rougissent en mûrissant, soit en partie comme la pêche, le brugnion, &c. soit en entier comme la cerise, la groseille, &c. nous montrent encore un passage immédiat de l'une de ces deux couleurs à l'autre, &c.

Après le verd & le rouge, je trouve encore que l'impression de l'air contribue au bleu : je sçavois que l'esprit volatil de sel ammoniac tiroit du cuivre cette belle couleur ;

XVII. & j'étois un jour fort surpris de voir
Leçon. qu'elle ne parût pas dans un petit tube de verre bien fermé que j'avois rempli de cette liqueur, & au fond duquel il y avoit plusieurs petits morceaux de rosette (a). Après avoir attendu inutilement pendant plusieurs jours, je ne fis que verser le tout dans un petit vase ouvert que j'agitai un peu, & la teinture se fit parfaitement.

La cuve de pastel, dans laquelle on trempe les étoffes de laine pour les teindre en bleu, ne contient qu'une liqueur verte; cette couleur disparaît ensuite au grand air, & fait place à celle qu'on a eu intention de faire prendre à la pièce de drap.

En y réfléchissant un peu, on trouvera quantité d'autres couleurs qui sembleront dépendre de l'action de l'air : mais dans tous ces effets, est-ce ce fluide qui agit par lui-même, ou sert-il seulement de véhicule à quelque matière invisible, qui soit la cause efficiente des changemens que nous voyons ? C'est ce que je n'ai pu décider clairement par rapport à la

(a) On appelle ainsi le cuivre rouge le plus pur.

teinture d'orseille après avoir fait ~~un grand~~ bien des épreuves (a), & c'est ce qu'il nous importe peu de sçavoir ici; il suffit que nous apprenions par les exemples que je viens de citer, que l'air, en touchant les parties propres de certaines matières, y cause des changemens qui ne peuvent concer-
ner que la figure, la grandeur, la situation respective de ces parties, ou la porosité de la masse, & que de-là il résulte des réflexions & des transparences, qui ne conviennent qu'à certaines espèces de lumière.

La fermentation, par de semblables effets, change aussi la couleur des liquides; avec le même raisin, on fait du vin qui est blanc ou rouge, suivant la façon qu'on lui donne: l'un ou l'autre devient jaune, soit en vieillissant, soit en s'évantant, si le vaisseau qui le contient n'est pas bien bouché.

On peut dire en général, que les mixtes dont les principes ne sont pas bien fixes, sont plus sujets à changer de couleur que les matières simples,

(a) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sc. 1742, p. 216 & suiv.

———— s'il y en a, ou que les corps d'une
 XVII. composition plus solide. Car si l'on
 L E Ç O N. conçoit, par exemple, une surface
 qui paroisse verte, parce qu'elle ren-
 voie une certaine quantité de rayons
 jaunes, & autant ou plus de rayons
 bleus, & que par évaporation ou au-
 trement, elle perde peu-à-peu celles
 de ses parties qui réfléchissent la pre-
 mière espèce de lumière, elle de-
 viendra bleue, à mesure que le nom-
 bre des rayons de cette dernière es-
 pèce augmentera, à proportion des
 autres. C'est ainsi que se font des
 taches bleues sur une étoffe verte,
 quand on répand dessus quelque ma-
 tière capable d'enlever le jaune qui
 est entré dans la composition de la
 teinture verte.

C'est par cette raison que les ha-
 biles Peintres composent leurs cou-
 leurs avec des poudres la plupart ti-
 rées des minéraux, & les moins sus-
 ceptibles de céder aux impressions
 de l'air, afin que la nuance qui ré-
 sulte de leur assemblage tienne plus
 long-tems; ceux qui, par ignorance
 ou par une mauvaise économie, en
 usent autrement, ont le désagrément

de voir dépérir leurs ouvrages en peu d'années, parce que quelques-unes des parties qui contribuent au ton de la couleur, ne sont pas de nature à résister comme les autres. XVII.
L E Ç O N

De ce qu'un corps transmet une espèce de lumière préférablement à une autre, il suit qu'on le peut appercevoir par réflexion, sous une couleur différente de celle avec laquelle on le voit par transparence; & c'est aussi ce que nous montre l'Expérience. L'or qui est d'un beau jaune par des rayons réfléchis de dessus la surface, paroît verd, lorsqu'on l'amincit assez pour voir la lumière à travers. L'infusion de tournesol est bleue, quand on la regarde de la première façon; de la seconde, on la voit rouge.

Bien souvent les corps apperçus de l'une ou de l'autre manière, paroissent de la même couleur, comme nous le prouve l'inspection des rideaux de taffetas rouges ou bleus, qui sont toujours tels à nos yeux, soit que nous les regardions du dehors, ou du dedans de la chambre; c'est que le corps le plus diaphane ne transmet jamais toute la lumière, même homogène,

XVII. qui se présente à lui ; il en renvoie fort souvent une partie , qui rend sa surface visible.

Mais quand un corps est de nature à réfléchir des rayons d'une certaine espèce, qu'arrivera-t-il, s'il n'est éclairé qu'avec une lumière d'une autre espèce ?

Ou il l'éteindra, n'étant pas du tout propre à lui conserver son action, ou il en réfléchira une partie, sans rien changer à sa couleur ; & c'est ce qui arrive le plus souvent. Voilà pourquoi tous les objets d'un appartement se colorent en rouge, quand les rideaux des fenêtres sont de cette couleur, & fortement illuminés ; c'est pour la même raison, qu'ils rendent les visages pâles & semblables à ceux des mourans, s'ils sont de taffetas verd.

APRÈS avoir expliqué, en quoi consiste la couleur des corps naturels, comment ils sont propres à réfléchir ou à transmettre les lumières homogènes, il est à propos d'ajouter ici quelques mots touchant la transparence & l'opacité en général.

Puisque l'or, qui est de toutes les matières connues la plus dense, devient

vient transparent, lorsqu'il est aminci jusqu'à un certain point, il est raisonnable de penser qu'il n'y a pas de corps, qui de sa nature soit d'une opacité absolue; & comme nous voyons les corps les plus diaphanes transmettre d'autant moins de lumière, que leur épaisseur augmente davantage, il semble qu'on peut dire aussi, qu'il n'y a point de milieu parfaitement transparent, & qui ne puisse devenir opaque: il ne s'agit donc ici que d'une opacité & d'une transparence relatives & comparées; il s'agit de sçavoir, comment un corps est plus opaque qu'un autre, ou pourquoi il est plus diaphane.

Je pense d'après Newton, c'est-à-dire, en considération des raisonnemens & des observations sur lesquels ce grand homme appuie son opinion, que, toutes choses égales d'ailleurs, un corps est d'autant plus propre à transmettre la lumière, que ses parties sont d'une densité plus égale; & je le prouve par l'Expérience suivante, & par les observations que j'y ajouterai.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Prenez une fiole de verre mince & bien transparent, d'une figure cylindrique, ou à peu-près, d'environ un pouce de diamètre, & de 7 à 8 pouces de longueur. Emplissez-la jusqu'à moitié avec de l'eau bien claire, & versez par-dessus autant d'esprit de térébenthine : après quoi, sans la remuer, vous la boucherez avec du liege, ou autrement.

EFFETS.

Tant qu'on n'agit point la fiole, les deux liqueurs demeurent l'une sur l'autre sans se mêler, & chacune d'elles conserve toute sa transparence.

Si l'on secoue pendant quelques instans la bouteille, les deux liqueurs se mêlent, de manière que l'eau se trouve interrompue par une infinité de petits globules d'esprit de térébenthine, & tant que cela dure, le mélange est opaque, & paroît d'un blanc mat.

EXPLICATION.

XVII.

LEÇON.

L'esprit de térébenthine étant plus léger que l'eau, se tient au-dessus quand on le verse doucement, & qu'on n'agite point le vaisseau; & les deux liqueurs ainsi séparées, jouissent des qualités qui leur sont propres, & par conséquent, de leur transparence naturelle. Mais lorsque par l'agitation de la bouteille, la moins dense des deux se divise en petits globules, qui interrompent la continuité de l'eau, cela forme un mélange dont les parties sont hétérogènes, quant à la densité pour le moins; & alors la lumière se perd en grande partie, par les réflexions & réfractions irrégulières qu'elle souffre dans cette masse; & le reste repoussé & rebroussant chemin, fait voir le mélange sous une couleur blanche.

APPLICATIONS.

A l'appui de l'Expérience que je viens de rapporter en preuve, je pourrois citer grand nombre d'effets, qui viennent visiblement de la même cause. Pourquoi, par exemple, l'eau

qui est battue par sa propre chute, par la roue d'un moulin, ou autrement ; pourquoi le blanc d'œuf fouetté, & en général, tous les mucilages, sont-ils opaques & d'une couleur blanche ? N'est-ce point, parce que l'air qui s'y introduit en petits globules, & qui se trouve mêlé avec des matières bien plus denses que lui, compose avec elles des masses, dont les parties sont fort différentes entr'elles par la densité ?

Au contraire, pourquoi le verre pilé, fêlé, ou dépoli, qui a perdu sa transparence, la reprend-il ainsi qu'une infinité d'autres matières, quand on le mouille seulement avec de l'eau ? Pourquoi le papier fait-il en quelque façon l'office de vitre, quand il est huilé ? c'est, selon toute apparence, parce qu'on substitue à l'air qui est mêlé avec ces matières, ou qui en remplit les pores & les inégalités, une liqueur dont la densité approche plus de la leur.

Quand il fait froid, les glaces levées d'un carosse dans lequel on est, se ternissent fort promptement, & empêchent qu'on ne distingue les

objets extérieurs. Cela vient de la transpiration du corps, qui s'attache en forme de petites gouttes à la surface du verre : ces parcelles d'eau avec les cloisons d'air qui les séparent, composent une couche de matière fort hétérogène, quant à la densité, & par-là très-peu propre à laisser passer la lumière en droite ligne. Ce qui prouve bien que la glace ne perd sa transparence que par cette cause, c'est que si l'on réunit les petites gouttes qui sont dessus, avec la main, ou en y passant légèrement un mouchoir, tout-aussi-tôt la glace mouillée d'une manière continue reprend sa première transparence : c'est même un moyen d'empêcher qu'elle ne se ternisse davantage ; car l'humidité qui vient ensuite, ne fait que se joindre à celle qui est étendue, & ne prend plus la forme de gouttes.

Les brouillards qui troublent l'atmosphère, & qui en diminuent considérablement la transparence, sont des vapeurs grossières, dont les molécules sont beaucoup plus denses que celles de l'air : aussi-tôt qu'elles se fondent, qu'elles se divisent ou

XVII.

L E Ç O N,

XVII. qu'elles s'amincissent, la clarté re-
çon. naît dans le fluide qui les contient. On voit quelque chose de semblable dans les dissolutions chymiques : elles ne sont censées parfaites, que quand elles sont parfaitement claires ; jusques-là les gens de l'art pensent avec raison, que la matière dissoluble n'est point encore autant divisée qu'elle doit l'être.

IV. EXPERIENCE.

P R E P A R A T I O N .

Cassez en petits morceaux une noix de galle blanche, & mettez-la infuser à froid dans de l'eau bien nette ; faites filtrer cette infusion au travers d'un papier gris, & tenez-la dans une bouteille.

Faites dissoudre un peu de vitriol de Mars dans de l'eau froide, & laissez reposer cette dissolution pendant 24 heures dans un petit vase de verre de figure cylindrique. Lorsqu'elle sera bien claire, versez-la doucement dans quelque vaisseau bien net, en inclinant peu-à-peu le verre qui la contient.

Ayez de plus, de l'eau-forte, & un petit verre uni, semblable à ceux de la II^e. Expérience.

E F F E T S.

Quand on mêle ensemble parties égales, d'infusion de noix de galle & de dissolution de vitriol de Mars, ces deux liqueurs, qui sont naturellement claires & sans couleur, forment un mélange noir & opaque, comme de l'encre.

Si l'on y ajoute un peu d'eau-forte, la transparence revient telle qu'elle étoit avant le mélange.

E X P L I C A T I O N.

Le vitriol de Mars est un minéral qui contient les parties ferrugineuses : tant qu'elles nagent seules dans de l'eau claire, elles ne nuisent pas beaucoup à sa transparence ; apparemment, parce qu'elle sont d'une ténuité, d'une figure & d'un arrangement propres à donner le passage à toutes sortes de lumière : mais quand elles viennent à s'unir aux parties gommeuses de la noix de galle, elles forment avec elles des mo-

XVII. **LEÇON.** ~~lécules~~ lécules plus grossières configurées différemment, & qui ne s'arrangent plus de même; la masse liquide qui en résulte, n'a plus les pores alignés, ni peut-être proportionnés, comme il faut qu'ils le soient, pour transmettre aucune sorte de rayons, ceux qui la pénètrent, s'y perdent & s'y éteignent : voilà pourquoi elle est noire, de quelque façon qu'on la regarde.

L'eau-forte qu'on ajoute au mélange, fait renaître la transparence, parce qu'elle s'empare des parties du vitriol, & qu'en les séparant de celles de la noix de galle, elle fait cesser un effet dont leur union étoit la cause.

APPLICATIONS.

L'encre commune dont on se sert pour écrire, n'est autre chose essentiellement qu'une teinture de vitriol & de noix de galle, semblable à celle de notre Expérience, excepté qu'on la fait bouillir, & qu'on y ajoute un peu de gomme d'Arabie, ou quelque chose d'équivalent, pour l'épaissir un peu, & empêcher qu'elle ne s'étende trop, ou qu'elle ne perce le papier.

papier. Toutes les fois que ces drogues se trouvent mêlées ensemble avec de l'eau , elles produisent le même effet : ainsi , en les broyant dans un mortier , on peut avoir une poudre avec laquelle , en quelque endroit que ce soit , on fera de l'encre sur le champ , en y mêlant un peu d'eau : cela peut avoir son utilité.

XVII.
L E Ç O N.

Mais puisque l'eau-forte a rendu la transparence au mélange de nos deux liqueurs , nous devons nous attendre qu'elle effacera l'écriture faite avec une encre de cette espèce ; & en effet , c'est ainsi que certaines gens exercent leur mauvaise foi , en effaçant sur des actes authentiques certains mots , & des dates qu'ils ont intérêt de supprimer ; & afin qu'on s'aperçoive moins de leur infidélité , ils n'employent que de l'eau forte affoiblie avec de l'eau commune : ce qui ménage le papier , & leur donne lieu de substituer d'autres mots à ceux qu'ils ont fait disparaître.

Les corps noirs , tant solides que liquides , sont ordinairement les plus propres à intercepter la lumière : c'est pour cela que les Astronomes

enfument les verres à travers lesquels ils regardent le Soleil ; afin que l'œil ne soit pas blessé par le trop grand éclat des rayons. L'astre alors paroît d'un jaune tirant sur le rouge , parce que , de toutes les espèces de lumière qui en émanent , celles de ces deux couleurs sont les plus fortes : elles percent des épaisseurs & des degrés d'opacité , dans lesquelles les autres s'arrêtent & s'éteignent.

C'est par là même raison , qu'en certains tems de brouillards , le Soleil nous paroît d'un rouge de sang , & que nous le regardons en face , sans que la vûe en soit offensée. La pleine Lune à son lever paroît presque toujours ainsi , à cause de la grande quantité de vapeurs qui regnent ordinairement près de la surface de la terre , & qui arrêtant les rayons les plus foibles de la lumière , je veux dire , les violets , les bleus , les verts , & une partie même des jaunes , ne nous laisse appercevoir la planète , que par les rouges qui sont les plus forts , mêlés d'une petite quantité des autres. Quand le Soleil se couche derrière des nuages

qui ne sont pas trop épais, ou, dans des vapeurs grossières, ceux de ces rayons qui ont la force de les percer, nous les teignent en rouge, & c'est toujours par la même cause.

XVII.
L E Ç O N.

Un moyen sûr d'intercepter toute lumière avec des corps transparens, c'est de lui en opposer deux, dont chacun ait une des couleurs primitives, fort différente de l'autre: par exemple, un verre rouge & un bleu posés l'un sur l'autre; car puisque le premier, à l'exception des rayons rouges, arrête toute espèce de lumière, même la bleue, & que le second, qui ne pourroit laisser passer que des rayons bleus, intercepte tous les autres, sans en excepter les rouges, c'est une nécessité, que l'un & l'autre unis ensemble produisent l'opacité la plus parfaite: & voilà pourquoi quantité de liqueurs colorées, quoique très-claires & très-transparentes, perdent cette qualité, dès qu'on vient à les mêler.

Ne seroit-ce pas pour quelque raison semblable, que les draps sont d'un noir plus beau & plus solide, quand ils ont été teints d'abord en bleu? car, si la laine est blanche sous

XVII.
LEÇON. le noir, elle peut renvoyer des rayons de toutes les espèces, & les plus forts perçant la teinture noire de plus en plus, à mesure qu'elle s'affoiblira, lui donneront un ton rougeâtre; au lieu que si cette laine est bleue, il n'en peut revenir que des rayons foibles, qui auront beaucoup plus de peine à percer au travers du noir, & qui, s'ils perçoient, ne markeroient pas comme les rouges.

Ayant considéré les couleurs dans la lumière, & ensuite dans les corps naturels, l'ordre des matières demanderoit, que nous les examinassions maintenant dans le sens de la vûe, par lequel nous en acquérons les idées; mais comme j'aurois peine à me faire entendre, avant que d'avoir fait connoître l'organe qui est le siège de ce sens, je crois qu'il est à propos de terminer ici la III^e Section, en différant ce qu'il me reste à dire sur les couleurs, jusqu'à ce que j'aie parlé des différentes parties de l'œil, & de leurs fonctions.



IV. SECTION.

XVII.
LEÇON.*Sur la Vision , & sur les instrumens
d'Optique.*

LA vision des objets est l'idée que nous concevons d'eux , en conséquence des impressions qu'ils font sur nous , par le moyen de la lumière. Une certaine partie du corps animé, qu'on nomme l'*œil* , est l'organe particulièrement destiné à recevoir ces impressions ; tant qu'il est sain , & dans son état naturel , l'usage que nous en faisons peut suffire à nos besoins ordinaires ; s'il est malade , ou que notre curiosité exige de lui ce qu'il ne peut faire , l'art vient à son secours , & lui offre des instrumens , par le moyen desquels il atteint à des objets que la nature sembloit avoir mis hors de sa portée.

Ce court exposé annonce deux sortes de vision : sçavoir , 1°. celle qui se fait par le moyen des yeux seuls , & que j'appellerai *vision naturelle* ; 2°. celle qui est aidée ou augmentée par

XVII.
LEÇON. les instrumens d'optique , tels que
&c. & qu'on peut nommer *vision arti-*
ficielle.

ARTICLE I.

De la vision naturelle.

En parlant des différens mouvemens de la lumière , dans la seconde Section , j'ai représenté les rayons qui viennent à nous de tous les points de l'objet , comme autant de pinceaux ou de pyramides lumineuses , qui ont pour base commune cette partie circulaire de l'œil , qu'on nomme la *prunelle*. Je me suis contenté de les suivre jusqu'à cette ouverture , ou , si j'ai parlé de leur prolongement au-delà , je n'ai eu égard qu'à leurs axes , que j'ai considérés comme de simples lignes. Si ces pyramides portoient leurs bases jusqu'au fond de l'œil , elles y feroient de larges & foibles impressions , qui ne manqueroient pas de se confondre les unes avec les autres : différens points de l'objet visible se feroient sentir ensemble sur une même partie de l'or-

gâne , la vision feroit par-là très-confuse. L'Auteur de la nature a pris des précautions très sages , pour empêcher ce mauvais effet : chacune des pyramides dont il s'agit n'est pas plutôt arrivée à l'œil , qu'elle s'y convertit en une autre pyramide opposée par sa base à la première , & dont la pointe va toucher le fond de l'œil : par ce moyen la vision devient claire , pour deux raisons. Premièrement , parce que chaque impression est plus forte , étant produite par tous les rayons de la pyramide réunis sur un très-petit espace ; secondement , parce que toutes les impressions se font sur différentes parties de l'organe , ce qui fait sentir séparément tous les points de l'objet.

Mais comment la lumière qui entre dans la prunelle , reçoit-elle cette nouvelle modification qui la rend convergente , de divergente qu'elle étoit ? c'est ce merveilleux mécanisme que je dois expliquer maintenant. Avant que de l'entreprendre , il est nécessaire que je fasse connoître les différentes parties de l'œil , puisque c'est de leurs fonctions que dé-

pendent les effets dont j'ai à parler.

XVII.
LEÇON. L'homme, & la plûpart des animaux, (a) ont deux yeux placés à la partie antérieure de la tête : chacun de ces organes est une espèce de globe, renfermé en partie dans une cavité osseuse, qu'on nomme *orbite*, où il se meut en toutes sortes de sens par le moyen de six muscles.

Ce globe est composé extérieurement de plusieurs membranes, les unes sur les autres, qui tirent leur origine d'un nerf qui vient du cerveau, & qui porte le nom de *nerf optique* : le dedans est rempli par trois humeurs de différentes consistances, dont je parlerai ci-après.

Le nerf optique, ainsi que les autres ; a trois parties principales, sçavoir, la *dure-mere* qui l'enveloppe extérieurement : la *pie-mere*, qui est comme une seconde enveloppe au-dessous, & la *moëlle*, qui est une substance

(a) Je n'ai aucun égard ici aux différences qui se trouvent dans les yeux des animaux, quant à la conformation, à la position, ni au nombre ; je n'ai en vue que les yeux des animaux les plus grands & les plus connus, & principalement ceux de l'homme.

plus molle : ces trois parties se dilatent pour former le globe de l'œil , & portent différens noms.

La première , qui est une expansion de la dure-mère , se nomme *sclérotique* : sa partie antérieure est transparente , comme la corne dont on garnit les lanternes , & faille un peu , comme une portion de sphère plus petite que celle de l'œil , on l'appelle aussi *cornée* ; & alors , pour distinguer ses deux parties , on nomme la dernière *cornée transparente* , & l'autre *cornée opaque*.

La pie - mère , en s'épanouissant sous la sclérotique , forme la seconde enveloppe , qui porte le nom de *choroïde* , & qui se divise en deux lames , dont l'une parfaitement contigue à la sclérotique , se confond avec elle , près de la cornée transparente.

« La seconde lame de la pie-mère ,
« dit M. le Cat , dans son Traité
« des Sens , p. 373. fait proprement
« ce qu'on appelle *la choroïde* , ou
« *l'uvée* ; mais cette lame n'est qu'un
« tissu des vaisseaux nerveux & liquo-
« reux , qui sortent de la surface in-
« terne de la première lame. Ces vais-

XVII.
LEÇON. » vaisseaux portent une encre qui donne
 » la couleur noire ou brune à cette
 » seconde lame. Une partie de ces
 » vaisseaux & de ces nerfs s'ouvre à
 » la face interne de cette lame, &
 » y forme un tissu velouté, ou ma-
 » millaire, chargée de l'encre dont je
 » viens de parler. Ruifch a fait une
 » tunique particulière de ce velouté,
 » & on la nomme la seconde tunique
 » de la choroïde : ce seroit, selon
 » nous, la troisième que la pie-mere
 » donneroit à l'œil : sçavoir, une
 » véritable membraneuse unie à la
 » sclérotique, ou cornée opaque, une
 » vasculaire appelée *choroïde*, &
 » une veloutée appelée *tunique de*
 » *Ruifch.* »

Vers le bord de la cornée transpa-
 rente, la choroïde se dédouble : sa
 partie antérieure forme l'*Iris*, & sa
 partie postérieure est ce qu'on nom-
 me la *couronne ciliaire*.

L'*iris* est ce cercle coloré qu'on ap-
 perçoit sous la cornée transparente,
 & au milieu duquel il y a un trou
 rond, qu'on nomme la *prunelle*, ou
 la *pupille*. Cette partie, dont la cou-
 leur change, suivant les différens in-

dividus , a des fibres musculaires , dont les unes forment des cercles concentriques , & les autres sont comme des rayons qui tendent au centre de la prunelle. Les yeux bleus , sur-tout aux enfans , ont quelquefois ces dernières fibres si apparentes , que le vulgaire croit y voir des cadrans , & les regarde comme une merveille.

La couronne ciliaire embrasse , & tient suspendu vis-à-vis la prunelle , un corps transparent d'une figure lenticulaire , plus convexe vers le fond de l'œil , que par - devant , & que l'on nomme le *crystallin*.

La partie médullaire du nerf optique s'épanouit aussi ; & produit sous la choroïde une troisième membrane très-fine , baveuse , qui tapisse tout l'intérieur de l'œil , en se terminant à la couronne ciliaire : c'est ce qu'on nomme la *rétiline*.

Toutes les parties que je viens de décrire , partagent l'intérieur du globe de l'œil en trois *chambres* : la première est comprise entre la cornée transparente & l'Iris : la seconde entre l'Iris & le *crystallin* , qui forme

XVII.
LEÇON. avec la couronne ciliaire une espèce de cloison. Ces deux premières chambres communiquent ensemble par la prunelle , & renferment une liqueur claire comme de l'eau , & qu'on nomme pour cela l'*humeur aqueuse*. La troisième chambre, beaucoup plus grande que les précédentes , est comprise entre le crystallin & le fond de l'œil : elle contient une substance très-lympide , qui est d'une consistance assez semblable à celle de la gelée de viande : on l'appelle l'*humeur vitrée*.

On doit donc concevoir, que le crystallin enchâssé dans la couronne ciliaire , se trouve suspendu vis-à-vis de la prunelle , entre l'*humeur aqueuse* & l'*humeur vitrée* ; & que toutes ces petites fibres , qui tiennent ainsi à la circonférence , sont des productions de la choroïde , laquelle appartient elle-même à la pie-mère , seconde enveloppe du nerf optique.

Le globe dont je viens de faire la description se meut , comme je l'ai déjà dit , dans l'orbite ; & pour se conserver , il a par-devant deux espèces de rideaux , qu'on nomme *pau-pières*, que l'animal peut ouvrir & fer-

mer à son gré, & qui sont bordés d'une frange de poils , pour en écarter les petits corps étrangers , ou les insectes qui voltigent dans l'air , & qui pourroient nuire à cet organe si précieux & si délicat. XVII.
LEÇON.

Ce que je viens d'exposer ici touchant les parties de l'œil , me suffit pour faire entendre ce que j'ai à dire sur le mécanisme de la vision. Si l'on en veut sçavoir davantage , on peut consulter les Auteurs Anatomistes , qui ont traité cette matière dans toute son étendue : il y en a un grand nombre ; mais sur les organes des sens , l'ouvrage de M. le Cat que j'ai cité ci-dessus , me paroît un des meilleurs , par sa netteté & son exactitude.

La nature & la construction de l'œil étant connus , voici en gros comment on peut concevoir , que les objets extérieurs font impression sur cet organe , & de quelle manière leurs différentes parties se font sentir , quand elles sont à une distance convenable & suffisamment illuminées.

Le crySTALLIN étant par sa figure & par sa transparence tout-à-fait sem-

blable à une lentille de verre, & se trouvant placé entre des milieux d'une densité moindre que la sienne, doit avoir des effets semblables à ceux d'un verre lenticulaire placé dans l'air, ou dans l'eau : or, la Dioptrique nous apprend, qu'un tel verre, dans ces circonstances, rassemble dans un foyer les rayons parallèles ou peu divergens qu'il reçoit : d'où je conclus qu'une pyramide de lumière, qui, partant d'un point lumineux *A*, *Fig. 1.* placé à une certaine distance, viendrait tomber sur le crySTALLIN *C*, pourroit, après s'y être réfractée, tant en entrant, qu'en sortant, se rassembler en *a* au fond de l'œil, & faire dans ce petit endroit, toute l'impression qui se seroit distribuée sur un bien plus grand espace, si les rayons qui composent cette pyramide, n'avoient pas été réfractés par le crySTALLIN.

Je conçois encore, que si deux pyramides semblables à la précédente, viennent des extrémités & du milieu d'un même objet, appuyer leurs bases sur la surface du crySTALLIN, comme *AC*, *BC*, *DC*, *Fig. 2.* non-

seulement chacune d'elle se rassemblera dans un point *a*, *b*, ou *d* ; mais, XVII.
 que ces points de réunion seront séparés & distincts l'un de l'autre, & LEÇON.
 qu'ils se rangeront au fond de l'œil, dans un ordre opposé à celui des parties de l'objet, d'où viennent les rayons. Ce qui m'apprend 1°. pourquoi les impressions faites sur l'organe, par la lumière qui procède des différens points de l'objet visible, ne se confondent pas les unes avec les autres : 2°. comment l'image de l'objet, qui résulte de ces impressions, se trouve renversée dans l'œil.

Voilà ce que nous devons penser des fonctions de l'œil, en raisonnant suivant les principes qui ont été établis dans le premier & le troisième article de la seconde Section. Ces principes sont si certains, que quand nous n'aurions pas d'autres garants, on pourroit compter en toute sûreté sur ce que je viens d'exposer ; mais joignons l'expérience à la théorie, & faisons voir par une imitation de l'œil, que les effets de la lumière y sont tels que je les ai conçus,

I. EXPERIENCE.

PREPARATION.

L'instrument représenté par la Fig. 3. est une boîte de bois ronde & grosse à peu-près comme celles dans lesquelles on renferme les savonnettes : elle est portée sur un pied , pour être maniée & posée plus commodément.

Cette boîte est percée de deux trous ronds, diamétralement opposés, dont l'un qui a un pouce & demi de diamètre, est recouvert avec un papier huilé, & l'autre reçoit un petit tuyau de bois d'un pouce de diamètre & cylindrique extérieurement, qui n'a qu'un pouce au plus de longueur.

Ce tuyau a intérieurement la forme d'un cône tronqué, & porte à son extrémité la plus étroite un petit verre lenticulaire, dont le foyer est à peu-près à la distance du papier huilé ; de sorte qu'on peut l'y faire arriver justement, en faisant avancer un peu ou reculer le petit tuyau.

E F F E T S.

XVII.

LEÇON.

Si placé dans un lieu un peu obscur, on tient l'instrument de manière que le verre soit tourné vers quelque objet bien éclairé, & qui ne soit éloigné que de 30 ou 40 pas, on voit cet objet peint avec toutes ses couleurs très-distinctement sur le papier huilé, & dans une situation renversée.

E X P L I C A T I O N.

Ces effets étant parfaitement conformes à ce que nous avons supposé qui arrive dans l'œil, en raisonnant d'après la théorie, & l'instrument employé dans notre expérience imitant l'organe de la vision dans sa partie essentielle, on peut regarder ce que j'ai exposé plus haut, à l'aide des Figures 1. & 2. comme une explication anticipée des résultats qu'on vient de voir, & ces résultats comme des preuves complètes, de ce que la théorie nous avoit fait prévoir; mais comme l'œil artificiel dont nous avons fait usage, ne peut imiter que fort imparfaitement l'organe de la

vûe, il nous reste encore des remar-
 XVII. ques importantes à faire sur la vision,
 L E Ç O N . dont on trouvera le détail ci-après.

A P P L I C A T I O N S .

La cornée avec l'humeur aqueuse qu'elle recouvre, forme un corps transparent d'une surface convexe, & d'une densité plus grande que celle de l'air : de-là résultent des effets avantageux ; cette partie de l'œil, à cause de sa figure, & du pouvoir réfringent qu'elle a, fait entrer dans la prunelle des rayons qui n'y entreroient point sans cela : une partie de ceux qui tomberoient sur l'Iris, deviennent, ou moins divergens, ou parallèles, en se réfractant vers *p*, Fig. 1. & par cette raison, ils entrent en plus grande quantité dans la prunelle, & font voir l'objet plus clairement. De plus, cette même partie de l'œil, à cause de la saillie qu'elle a, procure à la vue une plus grande étendue. Il est aisé de comprendre, que si la cornée étoit plane, & à fleur de l'orbite, l'animal ne verroit que les objets qui seroient directement placés devant lui ; il

faudroit qu'il tournât la tête à tout instant pour appercevoir les autres ; au lieu qu'étant arrondie & saillante, elle fait voir distinctement ce qui est devant l'œil, & appercevoir au moins confusément, ce qui est sur les côtés, jusqu'à une certaine distance.

XVII.
LEÇON.

L'humeur aqueuse, s'il est vrai, comme on le dit, que son degré de réfringence soit égal, ou à peu-près, à celui de l'eau, eût été sans effet pour les poissons ; la réfraction de la lumière n'auroit commencé qu'au cristallin ; & s'il eût été reculé comme dans les autres animaux, leur vûe n'auroit pas eu cette étendue latérale dont je viens de parler. La nature leur a procuré cet avantage, en leur donnant un cristallin d'une figure sphérique, d'une consistance plus grande, saillant comme notre cornée, & une prunelle très-ouverte. Son intention n'a point été, comme on le croit communément, de suppléer, par la sphéricité du cristallin, à la quantité de réfraction qui manque, par la suppression de l'humeur aqueuse : il est démontré qu'une

lentille formée de deux segmens ; rassemble les rayons plus près du point de leur incidence , que ne le peut faire la sphère entière , dont elle fait partie.

La lumière n'a pas toujours le même degré d'intensité : elle est tantôt plus forte , tantôt plus foible , suivant la nature des corps qui nous l'envoient , & la quantité des obstacles qu'elle rencontre sur sa route : d'ailleurs , il y a des yeux plus sensibles les uns que les autres à ses impressions ; il étoit donc nécessaire , pour ménager l'organe , que nous pussions mesurer à notre gré la quantité des rayons qui pénètrent dans l'œil ; & c'est ce que nous faisons sans nous en appercevoir , en étrencissant ou en dilatant la prunelle. Ces mouvemens se font par l'action de ces petits muscles , dont nous avons dit que l'Iris est composée : le premier , par la contraction des fibres circulaires ; le second , par celle des fibres droites qui tendent à un centre commun ; & quand cela ne se fait point assez promptement , nous en ressentons quelques incom-

modités, comme lorsque nous passons subitement d'un lieu fort obscur dans un autre très-éclairé, ou tout au contraire. Dans le premier cas, le grand jour nous éblouit & nous fait mal aux yeux; dans le second, nous sommes quelque tems sans voir les objets, nous ne commençons à les distinguer, que quand la prunelle s'ouvre davantage.

On conçoit facilement, par tout ce que nous avons dit dans la Dioptrique, touchant les effets des lentilles diaphanes, que le crystallin est capable de rassembler, comme dans un point, sur le fond de l'œil, tous les rayons qui partant d'un même point de l'objet, arrivent à sa surface antérieure; mais on sçait aussi par les mêmes principes, que ce point de réunion doit être plus ou moins éloigné de la lentille, que les rayons incidens sont plus ou moins divergens entr'eux; & comme cette divergence, diminue à mesure qu'on augmente la distance entre l'objet & l'œil, on demande, comment il se peut faire que la vision soit distincte, quand on regarde de plus près & de plus loin.

XVII. Cette difficulté est réelle & bien fondée. Il est sûr que si des rayons divergens comme Ab , Ad , Fig. 4. en passant par les humeurs de l'œil, s'y réfractent précisément autant qu'il le faut pour se réunir à la distance DD , où l'on suppose le fond de l'œil; d'autres rayons plus divergens, comme Bb , Bd , si rien ne change dans cet œil, doivent se réunir plus loin, en e , par exemple; & au contraire, ceux qui seroient moins divergens que les premiers, comme Cb , Cd , se croi-
 - feroient avant que d'arriver à la distance DD , comme on le voit en f . Dans ces deux derniers cas, la vision seroit confuse, parce que l'impres-
 - sion de la lumière, au lieu de se faire sur des points de l'organe, se feroit dans des cercles d'une étendue sensible, qui anticiperoient les uns sur les autres. Comme il y a des limites assez grandes entre lesquelles cela n'arrive pas (*a*), les Opticiens s'y

(*a*) M. Jurin qui a publié une excellente Dissertation sur la vision distincte, prétend que le commun des hommes, dans le moyen âge, voit distinctement les petits objets qui ne sont pas plus près que 6 ou 8 pouces de l'œil, ni plus éloignés que 14 pieds: *Essay on distinct*

sont pris de différentes manières ,
pour en rendre raison.

XVII.

LEÇON.

Les uns prétendent que le globe de l'œil, par l'action des muscles extérieurs , change de figure au besoin ; qu'il s'allonge , pour voir distinctement les objets qui sont trop près de lui ; qu'il se raccourcit au contraire , pour ceux qui sont trop éloignés. Si cela est , il ne faut pas chercher d'autres raisons : il est certain , que si le fond de l'œil *DD* peut se reculer jusqu'en *e* , & se rapprocher jusqu'en *f* , les trois sortes de rayons incidens , que nous avons supposés plus haut , pourront s'y réunir aussi parfaitement qu'il est possible. Mais en considérant d'une part , les limites de la vision distincte , & les différens degrés de divergence qu'elles permettent aux rayons incidens ; & de l'autre , en sommant les effets que peuvent avoir sur la lumière les humeurs de l'œil , en

nd indistinct vision. Le Docteur Porterfield , dans les essais de Médecine d'Edimbourg , t. IV. détermine ces limites entre 6 pouces & 27 pouces : Il doit y avoir sur cela bien des variations , suivant la différence des yeux , &c.

vertu de leurs pouvoirs réfractifs (a), on trouve qu'il n'est pas vraisemblable, ni même possible, que le globe s'allonge & se raccourcisse autant qu'il faut le supposer, pour satisfaire entièrement à la question dont il s'agit (b).

Les autres pensent que le cristallin peut s'avancer ou se reculer, par l'action des ligamens ciliaires, que l'on regarde aussi comme des petits muscles : cela seul fourniroit encore une explication satisfaisante, si les mouvemens qu'on suppose au cristallin, pouvoient faire varier la distance qu'il y a entre lui & le fond de l'œil, autant que l'exige la différence de celles avec lesquelles les objets se voyent distinctement ; mais il

(a) Selon M. Jurin, le sinus de réfraction, pour la lumière qui passe de l'air dans l'humeur aqueuse, est au sinus d'incidence, comme 4 à 3 ; pour celle qui passe de l'humeur aqueuse dans le cristallin comme 13 à 12 ; & pour celle qui passe du cristallin dans l'humeur vitrée, comme 12 à 13. *Essay on distinct and indistinct vision.*

(b) Si l'on admet les limites de la vision distincte établies par M. Jurin, il faudroit que l'axe de l'œil devînt d'un dixième plus long que dans l'état naturel.

est

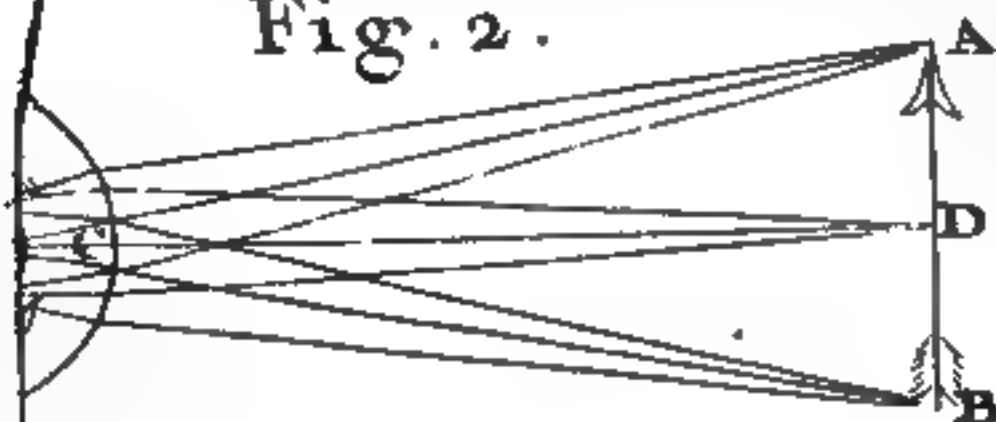
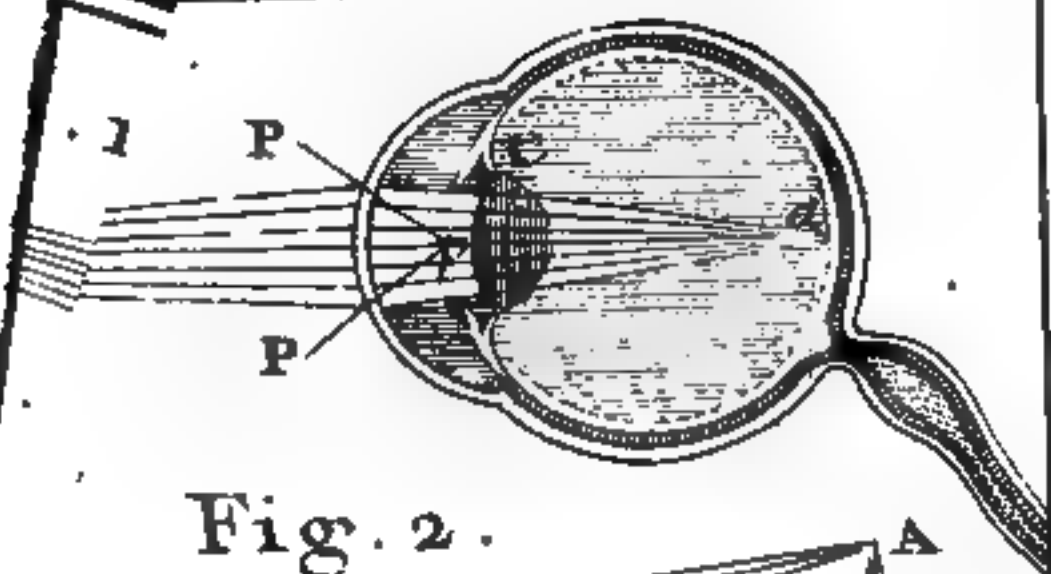


Fig. 4.

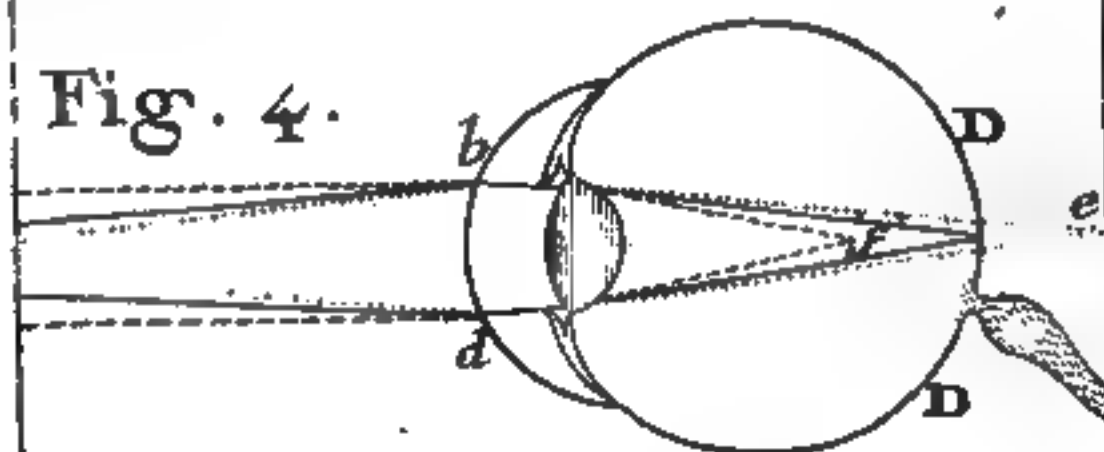


Fig. 5.



est encore moins possible que cela arrive par le jeu qu'on suppose au crystallin, que par l'allongement & le raccourcissement du globe de l'œil. XVI
L E S

Enfin, M. Jurin que j'ai déjà cité plusieurs fois, a cru trouver dans l'anatomie de l'œil, plus approfondie qu'elle ne l'avoit été jusqu'à lui, la vraie cause du phénomène dont il est ici question.

Il observe d'abord, que la cornée transparente est flexible & élastique, capable, par conséquent, de devenir plus convexe, si elle est tirée en arrière par sa circonférence, & de reprendre son premier état, dès qu'on fera cesser l'action qui la resserre.

Il remarque ensuite, que l'uvée est une membrane musculeuse, capable de se resserer, & qu'elle prend son origine dans une protubérance circulaire qui régné le long de l'intérieur de la cornée, à l'endroit où elle se joint à la sclérotique; il appelle cette protubérance *le grand anneau musculeux*, & il nomme *petit anneau musculeux* celui de la même membrane, qui est du côté de la prunelle.

On sçait d'ailleurs que le crystallin

XVII. **LEÇON.** est renfermé dans une capsule membraneuse, avec un peu d'eau entre deux; que la partie postérieure de cette capsule est adhérente à la membrane déliée qui contient l'humeur vitrée, & que les ligamens ciliaires qui sont des petits muscles, tiennent d'une part au bord de cette capsule, & de l'autre, à l'endroit où la cornée transparente se joint avec la sclérotique (a).

A l'aide de ces observations, M. Jurin raisonne ainsi : Lorsque l'œil est parfaitement en repos, & qu'il ne fait aucun effort, il est en état de voir très-distinctement les petits objets à une distance donnée, qui est pour le commun des hommes de 15 à 16 pouces. « Lorsque nous regardons ces objets de plus près, » je crois, continue-t-il, que le » grand anneau musculueux de l'uvée » se resserre; ce qui rend la cornée » plus convexe, & la première réfraction des rayons plus grande : » cet effet compense la trop grande » divergence, qui vient de la proxi-

(a) Voyez un Mém. de M. Petit, dans le Vol. de l'Acad. des Sc. pour l'année 1730.

« mité de l'objet. Si nous regardons XVI
 « à une distance plus grande que de L X
 « 15 ou 16 pouces, les ligamens ci-
 « liaires, en se contractant, tirent
 « les bords de la capsule, & font
 « remonter vers eux l'eau qui se
 « trouve entre cette enveloppe & le
 « corps du crySTALLIN, qui par-là de-
 « vient moins épais du milieu : sa
 « convexité ainsi diminuée, compense
 « le degré de divergence qui man-
 « que aux rayons qui viennent de
 « trop loin ».

L'ingénieux Auteur de cette expli-
 cation ne s'est pas contenté de la voir
 en gros, il l'a soumise au calcul &
 aux mesures les plus exactes : il est vrai
 que dans quelques points elle n'en
 soutient pas toute la rigueur ; mais
 pourquoi ne lui associeroit-on pas
 l'opinion de ceux qui supposent une
 variation de figure dans le globe de
 l'œil, du moins pour les espèces
 d'animaux qui ont cet organe entiè-
 rement flexible ? ces deux causes
 étant également probables, je ne
 vois pas pourquoi l'on s'obstineroit
 à n'admettre que l'une des deux,
 lorsqu'elle ne satisfait pas à toutes
 les difficultés,

Sij

XVII. S'il est vrai que pour le commun des hommes, la distance de 15 à 16 pouces, soit celle où l'œil voit sans contrainte & distinctement les petits objets, il n'est pas moins certain qu'il y en a pour qui elle est beaucoup trop grande, & d'autres, pour qui elle est trop petite. Les premiers s'appellent *myopes*, parce qu'ils distinguent très-bien tout ce qu'il y a de plus petit, en le regardant à la distance qui leur convient : on nomme les autres *presbytes*, parce que le défaut de leur vûe est fort commun parmi les personnes âgées.

Les myopes ont les humeurs de l'œil trop convexes, pour la distance qu'il y a du crySTALLIN à la rétine : les rayons qui viennent d'un objet placé à 15 ou 16 pouces, sont trop peu divergens pour la somme des réfractations qu'ils ont à souffrir, ils se croisent avant que d'arriver au fond de l'œil. Ceux qui ont ce défaut ne manquent pas sans doute de faire tout ce que font les vûes communes, à l'aspect d'un objet trop éloigné; mais comme cela ne leur suffit pas pour voir d'une manière distincte, à

15 ou 16 pouces, ils regardent de beaucoup plus près, & par ce moyen ils reçoivent dans leurs yeux, des rayons qui ont une grande divergence. Par quelque moyen que ce soit, quand cet excès de divergence se trouve dans un rapport convenable avec la trop grande convexité des humeurs réfringentes, les myopes ont la vision distincte, & ils voyent avec plus de clarté que les autres, parce qu'ils reçoivent plus de lumière de chaque point visible.

Dans l'œil d'un presbyte les humeurs sont moins réfringentes qu'elles ne le sont communément dans les autres yeux; soit par défaut de convexité, soit que quelque maladie ou la vieillesse ait altéré leur pouvoir réfractif: elles ne peuvent pas plier assez les rayons de lumière pour les rassembler sur la rétine, à moins que leur divergence ne soit moindre qu'elle ne l'est, quand ils viennent d'une distance de 15 ou 16 pouces. Voilà pourquoi ces sortes de vûes aiment à regarder de fort loin, & que pour voir distinctement de plus près il faut que l'œil fasse un effort.

XVII. ou pour se raccourcir , ou pour rendre la cornée transparente plus convexe qu'elle ne l'est ordinairement.

LEÇON.

Ces sortes de vûes , trop courtes ou trop longues , ont encore une ressource pour voir distinctement , c'est de rétrécir beaucoup la prunelle ; cela diminue la grosseur des pyramides , ou pinceaux de lumière qui entrent dans l'œil : par ce moyen les rayons qui les composent , quoiqu'imparfaitement réunis , ne font point une large impression au fond de l'organe. C'est ce qu'on peut éprouver aisément , en mettant tout près de son œil une carte percée d'un trou d'épingle ; on voit par-là distinctement tout objet qui seroit trop près pour être vu à l'œil nu , parce qu'alors il n'y a , pour ainsi dire , que les axes des pyramides qui contribuent à former l'image.

Lorsque ces défauts de la vûe sont augmentés à un tel point , qu'on n'y peut pas remédier , soit en changeant la distance de l'objet , soit par les efforts de l'organe , ou que l'on veut se dispenser d'avoir recours à ces moyens , l'art en fournit d'autres :

dont je ferai mention dans l'Article
suivant.

XVII.

LEÇON

Après tout ce que je viens de dire
touchant les limites de la vision,
tant pour les vûes ordinaires, que
pour celles des presbytes & des myo-
pes, il reste encore à sçavoir, pourquoi
nous distinguons des objets éloignés,
au point de les reconnoître à une
lieue de distance, & bien davantage.
Pour répondre à cette question, j'ob-
serverai qu'il y a deux sortes de vi-
sions, l'une qui est distincte, plus
parfaite, & qui n'est nécessaire que
dans certaines occasions; l'autre qui
est imparfaite, moins distincte, & qui
suffit ordinairement. Nous désirons
la première pour les petits objets,
& pour tout ce que nous regardons
à une petite distance: nous nous
contentons de la seconde, pour ce
qui est grand & fort éloigné. Si je lis
une lettre, si j'examine un bijou, j'ai
besoin d'en distinguer toutes les par-
ties: tous les points visibles étant
contigus les uns aux autres, ne peu-
vent être vus distinctement, qu'autant
qu'ils se font sentir séparément sur
l'organe; & cela exige que les fais-

S f iv

———— ceux de rayons qu'ils envoient à
XVII. l'œil, fassent bien la pointe sur la
LEÇON. rétine. Pour ce dernier effet, la distance plus ou moins grande de l'objet tire à conséquence : il n'en est pas de même, si je regarde un édifice qui est à une lieue de moi ; peu m'importe de compter les tuiles ou les ardoises de la couverture ; je suis content de distinguer le corps du bâtiment, les ailes, les pavillons, les portes, les fenêtres, les cheminées, &c ; & tout cela se peut aisément, parce que ces parties, qui sont grandes & séparées les unes des autres, se peignent aussi séparément au fond de l'œil : ce qui suffit pour les rendre sensibles, sans confusion.

Jusqu'ici j'ai parlé de la rétine ; comme de la partie de l'œil, sur laquelle se font les impressions de la lumière qui servent à la vision ; & en effet, c'est le sentiment le plus ancien & le plus commun : mais je ne dois point taire que de très-habiles Opticiens attribuent cette fonction à la choroïde, & rapportent, en faveur de leur opinion, des faits & des raisonnemens qui ont beaucoup de

poids. J'en supprime le détail, renvoyant le lecteur aux Œuvres de M. Mariotte (a), à qui l'on doit cette découverte, si c'en est une; & au traité des Sens de M. le Cat (b), qui la croit très-réelle, & qui en prend la défense; mais je ne puis me dispenser de rapporter une Expérience très-curieuse qui a donné lieu à cette question, & qui a déterminé M. Mariotte à croire que la choroïde est véritablement l'organe immédiat de la vûe.

Cet Académicien sçachant que la partie médullaire du nerf optique où la rétine prend son origine, n'est point au milieu du fond de l'œil, où se fait la peinture de l'objet qu'on regarde directement; mais un peu plus haut, & à côté, en tirant vers le nez, (au moins dans l'homme) voulut voir, si l'image qui tomberoit sur cet endroit seroit sensible. Pour cet effet, il attachâ contre une mu-

(a) Recueil des Œuvres de M. Mariotte; Lettre à M. Piquet.

(b) P. 385. non-seulement M. le Cat adopte le sentiment de M. Mariotte sur l'organe immédiat de la vûe; mais il l'appuie par plusieurs Expériences de sa façon, & par des observations qui paroissent décider la question.

XVII. **LEÇON.** muraille de couleur sombre, un petit cercle de papier blanc pour fixer sa vûe; & puis à la distance d'environ deux pieds sur la droite, il en attachait un autre un peu plus large, & un peu plus bas que le premier: ensuite tenant l'œil gauche fermé, & fixant le droit sur le premier morceau de papier, il appercevoit en même-tems le second qui étoit à côté; mais lorsqu'en reculant peu-à-peu, il fut éloigné à la distance de 9 pieds de la muraille, il perdit de vûe celui-ci; & cet effet ne venoit pas de ce que ce papier étoit trop écarté de celui qui servoit de point de vûe fixe: car les objets qui étoient encore plus loin sur la droite, s'appercevoient très-bien. Cette Expérience réitérée & retournée de toutes les manières eut toujours le même résultat; & cela prouve incontestablement, que les images qui tombent précisément sur la partie médullaire du nerf optique, ne sont point sensibles; d'où M. Mariotte conclut, que la rétine qui est une extension de cette partie médullaire, est insensible comme lui, & qu'elle ne sert qu'à modérer l'ac-

tion de la lumière qui pénètre son ~~tissu lâche & transparent~~, avant que de toucher la choroïde, où il prétend que s'accomplit la vision.

XVII.
LEÇON

La clarté de la vision dépend de deux choses : premièrement, de la quantité de rayons qui se rassemblent au fond de l'œil, pour faire sentir chaque point visible de l'objet ; & en second lieu, de la place plus ou moins grande qu'occupe sur la rétine, ou sur la choroïde, l'image d'un objet donné. Car plus cette image s'étend, plus les impressions se partagent à différentes parties de l'organe, & moins chacune d'elles en est ébranlée. Voilà pourquoi nous ouvrons la prunelle autant que nous le pouvons, pour lire l'écriture, quand le jour baisse, ou que nous sommes dans un lieu sombre ; & en tel cas, nous regardons aussi de plus près que ne le demande la portée ordinaire de notre vûe. Par ces deux moyens, la prunelle embrasse plus de lumière ; mais le dernier exige de la part de l'œil un effort, pour remédier à la trop grande divergence des rayons ; & cet effort, quand il dure, ne

manque pas de fatiguer l'organe.

XVII. **LEÇON.** Quant au degré de clarté qui dépend de l'étendue de l'image, il ne feroit d'aucune considération, si la lumière qui vient de loin ne souffroit beaucoup de déchet, en passant au travers de l'air, ou des autres corps diaphanes; car si les faisceaux de lumière qui viennent d'un objet éloigné contiennent moins de rayons, à cause de leur divergence qui les raréfie de plus en plus; d'un autre côté, l'image qu'ils forment au fond de l'œil diminue de grandeur à proportion; les impressions se condensent, pour ainsi dire, à mesure que la lumière qui les produit se raréfie.

Lorsqu'étant dans une chambre, nous regardons les passants à travers les vitres, nous les voyons bien mieux qu'ils ne nous voyent: ce qui cause cette différence, c'est que la lumière qui vient d'eux à nous, est plus vive que celle avec laquelle ils nous apperçoivent; de plus leurs yeux affectés du grand jour où ils sont, ne peuvent sentir cette lumière foible, autant que les nôtres, qui sont plus reposés, en peuvent sentir une

plus forte : les effets sont tout différens , lorsqu'il fait nuit au dehors , & que nous sommes dans un lieu bien illuminé. XVII.
L E Ç O N,

Quand un objet se meut très-rapidement devant nos yeux , nous lui attribuons souvent une grandeur & une figure qu'il n'a point. Un polyèdre qui tourne sur son axe nous semble être une sphère ; de même qu'un cercle qu'on fait tourner sur un de ses diamètres : les petits moulins à vent dont les enfans s'amuse , ont la forme d'un plan circulaire : les cordes qui sont en vibration , se voyent sous la figure d'un lozange fort allongé. Le charbon ardent qu'on fait tourner , représente un cercle lumineux : la fusée qui s'élève , paroît être une traînée de feu , &c. Tous ces effets dépendent d'une même cause que voici. L'objet qui se meut , se peint successivement sur différens endroits au fond de l'œil : lorsque cette image passe rapidement de l'un à l'autre , l'impression qu'elle a faite sur le premier , subsiste encore , quand elle commence à se faire sentir sur le second , sur le troisième , &c. Il ar-

XVII. rive de-là, que les apparences successives de l'objet, en différens lieux, nous paroissent comme liées ensemble : ainsi celui qui se verroit comme un point, s'il étoit en repos, se voit comme une ligne, quand il passe d'un lieu dans un autre avec une certaine vitesse; celui qui n'a de visible que sa longueur représente un plan, & le demi-cercle qui fait des révolutions autour de son diamètre, présente à l'œil une sphère solide; ainsi l'on a tout lieu de croire, que ces traînées de lumière qu'on voit pendant la nuit dans l'atmosphère, & que le vulgaire appelle *étoiles qui changent*, ou *qui tombent*, ne sont autre chose que des globes de vapeurs enflammées, qui passent rapidement d'un lieu dans un autre, ou l'inflammation successive, mais rapide, de pareille matière, étendue suivant une certaine direction.

En rapprochant les paupières l'une de l'autre, comme pour fermer l'œil, (ce qui s'appelle communément *cligner*,) si vous regardez directement une chandelle allumée, pendant la nuit, vous appercevrez aux parties supérieures & inférieures de la flamme,

de longs rayons de lumière, semblables à ceux par lesquels on représente la gloire autour des images des saints, & si vous abaissez doucement quelque obstacle, comme le doigt ou la main devant l'œil, vous intercepterez les rayons d'en bas : ceux d'en haut disparaîtront de même, si vous faites monter l'obstacle de bas en haut.

XVII.

LEÇON

Ce fait a mérité l'attention des Physiciens. M. de la Hire croit que cela vient de ce que les rayons de lumière qui viennent de la flamme, se réfractent de haut en bas, & de bas en haut, en traversant une eau glaireuse qui s'amasse au bord des paupières, à l'endroit où elles touchent la cornée transparente. M. Briggs, célèbre Médecin Anglois, dans son Ophthalmographie a pensé à peu-près de même. Mais M. Shmith, considérant que les rayons dont il s'agit ne se présentent point sous diverses couleurs, comme il doit arriver à une lumière réfractée, ne goûte point cette explication : il pense que le fait dont il s'agit, doit être plutôt attribué aux inflexions que souffrent les rayons, en passant près des

bords de la paupière , tant d'en haut
XVII. que d'en bas,

LEÇON. Nous avons deux yeux , & dans l'usage ordinaire que nous en faisons nous ne voyons pas l'objet double , quoiqu'il soit bien vrai , que son image se peint en même-tems dans l'un & dans l'autre. Est-ce , comme l'ont dit plusieurs Auteurs célèbres , que nous n'en faisons agir qu'un à la fois , & que de ces deux organes , il y en a toujours un qui se repose ; ou bien l'ame ne fait-elle attention qu'à l'une des deux images ? Je crois bien qu'on peut me citer des cas où cela arrive ; mais comme il s'agit ici de ce qui se passe ordinairement dans la vision des objets , ce n'est point sur quelques exemples particuliers que je dois me régler. Or , à juger de la vûe des autres par la mienne , & par celle d'un grand nombre de personnes que j'ai consultées , il est certain qu'on voit des deux yeux le même objet , & que les deux images influent sur la vision , & contribuent à la sensation ; car , on voit mieux , & plus fortement des deux yeux , qu'avec un seul ; on se fatigue moins la
vûe,

vue, & l'on juge plus promptement, plus sûrement, de ce que l'on regarde. XVII.
 Quand bien même il y auroit des LEÇON.
 hommes, qui dans les cas ordinaires
 n'emploieroient qu'un œil, ne faudroit-il pas toujours expliquer, pourquoi ces fortes de borgnes ne voyent pas double dans les occasions où ils en employent deux? Voici comment le plus grand nombre des Opticiens répondent à cette question:

La membrane qui tapisse le fond de l'œil, & sur laquelle se peint l'objet, (que ce soit la rétine ou la choroïde, peu nous importe ici), cette membrane, dis-je, est un tissu de fibres qui appartiennent au nerf optique; & nous avons lieu de croire, au moins peut-on le supposer avec beaucoup de vraisemblance, que dans les deux yeux d'un même individu, ces membranes, pour l'ordinaire, se ressemblent par le nombre, l'arrangement, & peut-être, par le degré de ressort des filets nerveux qui les composent. Cela étant ainsi, dès que les deux yeux se dirigent vers un même objet, les images tombent dans l'un & dans l'autre, sur des parties

XVII. semblables & correspondantes du tissu dont je viens de parler, & les deux sensations qui en résultent étant, pour ainsi dire, à l'unisson l'une de l'autre, ne font naître dans l'ame qu'une seule & même idée, plus forte & mieux décidée, que par une seule image, mais toujours identique, à peu-près, comme le son qui frappe les deux oreilles, ou l'odeur qu'on reçoit dans les deux narines.

Il suit de-là, qu'on doit voir l'objet double, quand les deux images tombent au fond des yeux, sur des parties qui ne sont pas analogues ou correspondantes; & c'est en effet, ce qui arrive, quand ces parties semblables ne se trouvent pas tournées du côté du même objet, comme on peut l'éprouver soi-même, en présentant un peu de côté l'un des deux yeux, pour le détourner.

La direction des deux *axes optiques* (a) vers un même objet, nous est utile, non-seulement parce qu'elle

(a) On appelle *axe optique* la ligne qui venant du milieu du fond de l'œil, passe par les centres du crystallin & de la cornée transparente, & se prolonge jusqu'à l'objet.

nous empêche de le voir double ; mais elle nous sert encore à bien ju- XVII.
ger de sa distance, quand il n'est pas L. R. Ç. O. N.
fort éloigné. Sans ce secours, nous
nous y trompons fort aisément, &
ce n'est que par une grande habi-
tude qu'on apprend à s'en passer. Un
homme qui ferme un œil, ou qui est
nouvellement borgne, ne porte point
à coup sûr le bout du doigt, sur une
petite piece de monnoie placée à
quelques pieds de lui, comme le fait
un autre homme qui laisse agir ses
deux yeux ; parce que celui-ci est
guidé par le croisement des axes
optiques. Si le chasseur avoit besoin
de juger de la distance, autant que de
la direction de la perdrix qu'il a en
vûe, il auroit tort de fermer un œil
pour tirer plus juste.

Un homme passe pour avoir la *vûe*
droite, quand il dirige naturellement,
& sans effort, les axes de ses deux
yeux vers l'objet qu'il regarde : &
l'on dit qu'il est *strabite*, ou qu'il a la
vûe louche, quand l'un de ses yeux se
tourne directement à son objet, &
que l'autre s'en écarte pour se diri-
ger ailleurs.

M. de la Hire qui s'est appliqué particulièrement à examiner les défauts & les accidens de la vûe, dit, pour rendre raison du *strabisme*, que l'image de l'objet ne se peint bien distinctement que sur une certaine portion de la rétine, qu'il suppose être la plus sensible, & au milieu de laquelle répond l'extrémité de l'axe optique, dans un œil bien conformé; mais que dans les yeux louches cette partie est plus d'un côté que de l'autre; de sorte que pour y faire tomber les images, il faut que l'axe optique se dirige différemment, que celui d'un œil qui a le regard droit.

M. Jurin allégué contre cette explication une expérience facile à faire, & qui paroît sans réplique; c'est que l'œil louche qui se détourne de l'objet quand l'autre agit, ne manque pas de se retourner directement vers lui, quand on ferme le bon œil. S'il s'étoit d'abord tourné de travers, pour présenter la partie sensible de la rétine qu'on suppose être mal placée, comment peut-il voir l'objet quand il se redresse, ou plutôt, pourquoi se redresse-t-il pour le voir?

M. de Buffon, qui a traité cette matière (a) depuis M. Jurin, pense XVII.
comme lui, que les strabites ne re- Leçon
gardent jamais que d'un œil, & il
en tire la raison d'un fait qui est assez
connu ; c'est que dans la plupart des
hommes, les deux yeux n'ont pas la
vision distincte dans les mêmes limi-
tes : l'œil droit, par exemple, verra
fort bien les plus petits objets, de-
puis 8 pouces de distance jusqu'à 20,
& pour l'œil gauche, ce sera peut-
être depuis 12 jusqu'à 24. Or, dit
M. de Buffon, quand cette inégalité
est grande à un certain point, les
deux yeux ne peuvent pas voir en-
semble le même objet distinctement ;
l'image confuse dans l'un des deux,
empêche que l'impression qui se fait
plus correctement dans l'autre, ne soit
aussi-bien sentie qu'elle le seroit, si
elle étoit la seule ; & comme on cher-
che naturellement à voir aussi bien
qu'il est possible, la personne qui a ce
défaut, contracte l'habitude de dé-
tourner l'œil hors de la portée duquel
l'objet se trouve, pour ne laisser agir
que celui qui peut le distinguer nette-
ment.

(a) Mém. de l'Acad. des Sc. 1743. p. 231.

Cette explication est tout-à-fait
 XVII. ingénieuse; elle n'est cependant pas
 L E Ç O N. au-dessus de toute difficulté. M. de
 Buffon en a prévu plusieurs qu'on pou-
 voit lui faire, & auxquelles il répond
 par des expériences & par des raison-
 nemens plausibles : il ajoute de plus,
 que le strabisme pourroit bien avoir
 d'autres causes, que celle qu'il a indi-
 quée; mais il croit que celle-là est
 la principale & la plus commune.

Pour moi, après avoir long-tems
 réfléchi sur le strabisme, après avoir
 observé & questionné un grand nom-
 bre de personnes de tout sexe & de
 tout âge, qui avoient ce défaut, je
 suis porté à croire qu'il y a deux sor-
 tes de louches : que les uns le sont
 nécessairement & toujours, par une
 mauvaise conformation de l'organe,
 & les autres seulement par habitude
 ou par distraction: que les premiers
 voyent des deux yeux le même objet
 & le voyent simple; que les derniers,
 ou ne voyent que d'un œil à la fois,
 ou voyent double ce qu'ils regardent;
 que ceux-ci par attention sur eux-
 mêmes, peuvent se corriger avec le
 tems; mais qu'il est presque impossible

que la vûe des autres se redresse , sur-tout s'ils sont nés avec ce défaut , XVII.
ou qu'ils l'ayent contracté depuis Long-tems.

L'œil est sujet à plusieurs maladies : une des plus fâcheuses , c'est lorsque le crySTALLIN devient opaque , en tout, ou en partie ; c'est ce que l'on appelle *cataracte*. Quand cette opacité est bien décidée , le seul remède qu'on y puisse apporter , est de retrancher cette partie de l'œil , & d'y suppléer par l'usage d'une lunette appropriée à ce défaut. Il y a deux manières d'ôter le crySTALLIN : la plus ancienne , & celle qu'on pratique encore le plus souvent , c'est de faire un petit trou dans la cornée opaque , pour y introduire une espèce d'aiguille , avec laquelle on détache le crySTALLIN des ligamens ciliaires , pour le faire tomber dans la partie inférieure du globe de l'œil , & au dessous de la prunelle. La seconde façon qui est plus nouvelle , & que j'ai vu pratiquer avec beaucoup d'adresse & de succès à M. Daviel , qui s'est rendu célèbre par cette opération , c'est de couper avec des ciseaux la cornée transpa-

XVIII.
LEÇON.

rente, dans les deux tiers de sa circonférence, & d'emporter hors de l'œil le cryftallin tout entier : les bords de la cornée se rejoignent ensuite à la sclérotique, & l'humeur aqueuse se répare : c'est l'affaire de 8 ou 10 jours. De quelque manière qu'on supprime le cryftallin devenu opaque, la vûe revient à celui qui l'avoit perdue par cet accident : le globe de l'œil étant totalement rempli par les deux humeurs aqueuse & vitrée, les rayons de lumière qui ne trouvent plus d'obstacle, se rassemblent sur la rétine, mais imparfaitement, parce qu'il leur manque le degré de réfraction qu'ils reçoivent ordinairement dans le cryftallin ; on y supplée par l'usage d'un verre convexe qu'on tient devant l'œil, comme je le dirai plus particulièrement, en parlant des lunettes propres aux presbytes.

Un autre accident de la vûe, c'est lorsque la bile vient à se mêler abondamment avec l'humeur aqueuse : alors tous les objets paroissent jaunes, parce que la lumière qu'ils envoient vers les yeux qui ont cette maladie, se décompose, comme si elle

elle passoit par un verre jaune, & qu'il n'y a presque plus que les rayons de cette couleur, qui tracent les images au fond de l'organe. Il s'est trouvé des gens, qui à la suite d'une maladie, ou de quelque grand accident, voyoient rouge, verd, ou bleu, tout ce qui s'offroit à leur vûe: il y a lieu de croire, que les humeurs de leurs yeux avoient reçu quelque teinte de ces couleurs.

Pendant la nuit, si l'on se frotte les yeux d'une certaine manière, ou si l'on y reçoit un coup un peu rude, il arrive souvent qu'on croit voir des traits de lumière ou de grosses étincelles; d'où peuvent venir ces apparences dans l'obscurité, & même lorsque nous avons les yeux bien fermés? Nous ne pouvons les attribuer qu'à l'ébranlement de l'organe, soit que cela se fasse immédiatement, par le choc du corps étranger qui frotte ou heurte extérieurement, soit que la commotion extérieure, en se communiquant, anime la matière de la lumière qui réside dans les moindres parties de l'organe, comme par-tout ailleurs; & que par ce moyen, les

XVII. fibres nerveuses soient mises en jeu, comme elles le feroient, par l'action d'une lumière qui viendrait du dehors.

Nos sensations naissent des impressions qui se font sur certaines parties de nos corps. Si telle ou telle impression peut se faire par différens moyens, la même sensation peut avoir lieu par plusieurs causes : nous en avons des exemples dans les autres sens. Ce tintement que nous sentons quelquefois dans l'oreille, ne ressemble-t-il pas à certains sons qui nous viennent ordinairement du dehors ? Et pourquoi comparons-nous les douleurs aiguës causées par une colique, à celles que fait sentir une pointe ou un tranchant, sinon parce que les unes & les autres nous paroissent tout-à-fait semblables ? Les bluettes que nous voyons dans l'obscurité, nous donnent donc tout lieu de croire, que le fond de l'œil est alors affecté, comme il le feroit par une lumière qui viendrait du dehors.

APRÈS avoir parlé des effets de la lumière en général, par rapport à la vision, il me reste un mot à dire, tou-

chant la manière dont nous appercevons la couleur de chaque objet.

XVII.

LEÇON.

Les couleurs considérées dans le sens de la vûe, ne sont autre chose que les idées particulières qui naissent ou qui se réveillent en nous, à l'occasion des impressions qui se font sur l'organe, par les différentes espèces de lumière que j'ai fait connoître, dans le premier Article de la 3^e Section, soit qu'elles agissent séparément les unes des autres, soit qu'elles se combinent plusieurs ensemble.

On peut légitimement supposer, que chacune de ces lumières diffère des autres, par la grandeur, la figure, le ressort de ses parties, ou par l'espèce de mouvement qui les anime : comme nous éprouvons par l'usage de nos autres sens, (tels que le goût, l'odorat, &c.) que ces qualités servent, non-seulement à nous faire sentir les objets qui en sont doués, mais encore à nous les faire distinguer les uns des autres; nous devons croire, que les rayons qui nous viennent d'une surface enduite de vermillon, par exemple, touchent le fond de l'œil d'une certaine façon qui se répète

V u ij

toujours dans les mêmes circonstances ; & nous exprimons ce que cette surface nous fait sentir, en disant qu'elle est *rouge* : expression arbitraire dans son principe, mais fixée par l'usage & par convention. Il en est de même de toutes les autres couleurs simples : je dis que la teinture de safran est *jaune*, que l'herbe est *verte*, que le ciel est *bleu*, &c. parce que la lumière homogène, par laquelle j'aperçois chacun de ces objets, excite toujours en moi le même sentiment, & que dès ma plus tendre enfance, j'ai appris des autres hommes à l'exprimer par un de ces termes.

Mais si chaque espèce de lumière a la propriété de faire naître une sensation particulière, on doit s'attendre que plusieurs agissant ensemble sur le même organe, y produiront une sensation mixte, pour laquelle il faudra une nouvelle expression, comme il arrive aux saveurs & aux odeurs, qui varient à l'infini, par la combinaison des objets qui appartiennent à chacun de ces deux sens. De-là sont venus ces noms *gris*, *brun*, *céladon*, *tanné*, &c. pour exprimer ce que l'on

sent quand un objet se fait voir par un mélange de lumières de différentes espèces.

Ces idées de couleurs, qui s'excitent en nous par des lumières simples ou composées qui nous viennent des objets extérieurs, se réveillent ou subsistent également & indépendamment de ces causes; pourvû que l'organe reçoive ou conserve par quelque moyen que ce puisse être, une impression semblable à celle qui les fait naître ordinairement: voilà pourquoi, lorsqu'on a fixé la vûe pendant un certain tems sur quelque couleur bien éclatante, il est assez ordinaire de continuer de la voir, quoiqu'on ferme les yeux.

Supposons maintenant, qu'on ait regardé un objet dont la couleur soit composée, & que les différentes espèces de lumière, qui entrent dans cette composition, produisent sur le fond de l'œil des impressions plus durables les unes que les autres; non-seulement on doit continuer de voir l'objet, après qu'on a fermé les yeux, mais l'image qui en reste, doit paroître successivement sous différentes cou-

leurs. C'est à-peu-près ce qu'on éprouve, quand on ferme les yeux, ou qu'on entre dans un lieu fort obscur, aussi-tôt après avoir regardé en face le Soleil couchant : on voit successivement sur le disque du Soleil, qui demeure empreint dans l'imagination, du blanc, du jaune, du rouge, du verd, du bleu, ou du violet, & enfin du noir ; à-peu-près dans l'ordre des couleurs prismatiques, quelquefois aussi sans ordre, & à diverses reprises, selon que les ébranlemens du nerf optique s'affoiblissent plus ou moins promptement.

Ces couleurs, & toutes celles qui naissent, qui se conservent, ou qui varient ainsi, sans la présence des corps colorés, se nomment *accidentelles*. Parmi les Auteurs qui en ont fait mention, personne que je sçache, ne les a mieux étudiées que M. de Buffon. (a) Il a remarqué dans ces couleurs, une certaine correspondance systématique avec celles qu'on nomme *réelles*, & dont les idées sont réveillées en nous par les objets extérieurs.

(a) Mém. de l'Acad. des Sc. 1743. p. 147. & suiv.

Il observe, par exemple, que le rouge produit le verd, qu'au jaune succède le bleu, que les couleurs accidentelles mêlées avec les réelles, donnent les mêmes phénomènes que ces dernières, mêlées avec d'autres de même nature: ces remarques sont fondées sur des expériences & sur des observations curieuses, dont je suis obligé de supprimer ici le détail, mais qui feront certainement plaisir au Lecteur, qui aura du goût pour ces sortes de recherches, & qui prendra la peine de lire le Mémoire que j'ai cité ci-dessus.

On y trouve, par exemple, l'exposition d'un fait qui paroît d'abord assez singulier: « C'est que les ombres des corps, qui par leur essence doivent être noires, puisqu'elles ne sont que la privation de la lumière, que les ombres, dis-je, sont tousjours colorées au lever & au coucher du Soleil. Je ne sçache pas, ajoute M. de Buffon, qu'aucun Astronome, qu'aucun Physicien, que personne, en un mot, ait parlé de ce phénomène: j'ai cru qu'en faveur de la nouveauté, on me per-

« mettroit de donner le précis de
 » cette observation ».

XVII.

LEÇON.

Il y a ainsi dans les Sciences, & sur-tout en Physique, certaines découvertes qui s'oublient, qui se perdent même, & qu'on retrouve quelquefois après plusieurs siècles; en est-on moins redevable à ceux qui nous les rendent? Le fait dont il s'agit étoit connu il y a 250 ans : on le trouve très-bien exprimé, dans l'ouvrage d'un sçavant & habile Peintre Italien (a) qui mourut à Fontainebleau, entre les bras d'un de nos Rois (b). On lit au titre de son 328^e. Chapitre : *Pourquoi sur la fin du jour les ombres des corps produites sur un mur blanc, sont de couleur bleue*; & il explique ce phénomène, par des raisons qui paroissent très-plausibles. Je vais rapporter ses propres paroles.

« Les ombres des corps, dit-il,

(a) Leonard de Vinci. L'Ouvrage dont il s'agit est intitulé : *Traité de la Peinture*. Il a été imprimé pour la première fois à Paris en 1651, en Italien & en François; on en a fait une édition Française, in-12. en 1716. Cet ouvrage est très-instructif, non-seulement pour les Peintres, mais même pour les Physiciens.

(b) François premier.

« qui viennent de la rougeur du So-
 « leil qui se couche & qui est proche
 « de l'horison, seront toujours azu-
 « rées: cela arrive ainsi, parce que
 « la superficie de tout corps opaque
 « tient de la couleur du corps qui l'é-
 « claire; donc la blancheur de la mu-
 « raille étant tout-à-fait privée de
 « couleur, elle prend la teinte de
 « son objet, c'est-à-dire, du Soleil &
 « du ciel; & parce que le Soleil vers le
 « soir est d'un coloris rougeâtre, que
 « le ciel paroît d'azur, & que les
 « lieux où se trouve l'ombre ne sont
 « point vus du Soleil, (puisqu'aucun
 « corps lumineux n'a jamais vu l'om-
 « bre du corps qu'il éclaire) comme
 « les endroits de cette muraille, où le
 « Soleil ne donne point, sont vus du
 « ciel, l'ombre dérivée du ciel, qui
 « fera sa projection sur la muraille
 « blanche, fera de couleur d'azur;
 « & le champ de cette ombre étant
 « éclairé du Soleil, dont la couleur
 « est rougeâtre, participera à cette
 « couleur rouge. »

C'est-à-dire, que la muraille blan-
 che se teint sensiblement de la lu-
 mière azurée du ciel, & que cette

couleur ne paroît qu'à l'endroit de
 XVII. l'ombre ; parce qu'ailleurs elle est il-
 L E Ç O N. luminée par une lumière plus forte,
 qui empêche le bleu de paroître : il
 suffit pour cela que l'ombre soit foi-
 ble, & c'est une condition sur la-
 quelle on peut compter, quand le So-
 leil n'est pas fort élevé sur l'horison.

On a dû comprendre par tout ce
 que j'ai dit ci-dessus, touchant la vi-
 sion, comment la lumière en géné-
 ral, passant par les humeurs de l'œil,
 se modifie d'une manière à tracer cor-
 rectement sur le fond de cet organe,
 les images des objets qui nous l'en-
 voyent. J'ai fait entendre aussi, com-
 ment les images nous représentent
 les couleurs naturelles de ces mêmes
 objets, étant tracées, non par une lu-
 mière quelconque, mais par des
 rayons homogènes, seuls ou combi-
 nés ensemble. N'est-on pas en droit
 maintenant de me demander, par quel
 moyen nous voyons ce qui est noir ;
 puisque, selon ce que nous avons
 dit dans la 3^e. Section, il ne vient
 aucune sorte de lumière des corps
 de cette couleur ?

Cette question mérite certain-

ment une réponse; mais ce qui m'en ~~_____~~
 déplaît un peu, c'est que celle que XVII.
 je dois produire, paroîtra peut-être L E Ç O N 6
 un paradoxe à ceux de mes Lecteurs
 qui ne prendront pas la peine d'y ré-
 fléchir.

Quand nous regardons un corps noir, ce n'est pas lui que nous voyons; ce sont les surfaces éclairées ou lumineuses qui l'entourent & qui lui servent comme de champ: la lumière qu'elles envoient, fait impression sur tout le fond de l'œil, excepté l'endroit auquel répond l'objet que nous avons en vue. Cet endroit de l'organe qui ne reçoit point de lumière, est circonscrit ou terminé selon la figure du corps noir qui est cause de cette privation; & c'est par-là que nous jugeons de la grandeur, de la forme, de la situation, de la nature de celui-ci. Oui quand, nous lisons un livre, ce ne sont point les lettres imprimées avec de l'encre, qui font impression sur nos yeux, c'est le blanc du papier qui est entr'elles; puisque c'est de-là seulement qu'il vient de la lumière: nous ne les distinguons que par les défauts de sensation qu'elles occasionnent.

XVII. Mais si cela étoit, me dira-t-on, tous les corps noirs nous paroîtroient comme de simples taches, comme des ombres : chacun sçait par sa propre expérience, qu'un homme vêtu de noir, un animal de cette couleur, ne se voit point ainsi ; l'on en distingue toutes les parties, avec leurs reliefs.

C'est que ces objets ne sont pas entièrement noirs, comme on le suppose : les parties les plus saillantes & les plus exposées au jour se détachent des autres, par des nuances plus ou moins claires & par des réflets de lumière, qui en font sentir les contours, les arrondissemens, &c. Cela est si vrai, qu'un Peintre qui entreprend de les représenter dans un tableau, n'en peut venir à bout, qu'en employant du blanc & d'autres couleurs capables de réfléchir de la lumière ; & si ces corps ne sont point éclairés du côté par lequel nous les regardons, nous les voyons alors comme de véritables ombres.



ARTICLE II.

XVII.

LEÇON.

*De la vision aidée par les instrumens
d'Optique.*

La vision naturelle, lorsque l'organe est dans sa plus grande force, dans son état le plus parfait, est assujettie à des conditions & renfermée dans des limites; si l'objet n'est point découvert au point, que de lui à nous on puisse tirer une ligne droite sans aucun obstacle, nous ne l'appercevons pas: fût-il même convenablement exposé à nos regards, s'il est trop loin ou trop petit, il nous échappe: & c'est encore pis, si l'œil est affoibli ou mal conformé; la petitesse & la distance du corps visible le gênent davantage.

Ces inconvéniens ont subsisté long-tems sans remède; mais enfin, le hazard d'un côté, l'industrie de l'autre, éclairée & soutenue par l'étude, nous en ont affranchis en quelque façon: par le secours des miroirs & des verres taillés d'une certaine manière, nous pouvons appercevoir ce qui est caché à nos regards directs;

~~_____~~ nous découvrons dans le sein de la
 XVII. nature, des êtres qui sembloient de-
 LEÇON. voir être à jamais imperceptibles
 pour nous : les objets trop éloignés
 se rapprochent, pour ainsi dire, & se
 laissent voir distinctement : la vûe
 des vieillards à moitié éteinte, se ra-
 nime : celle qui est trop courte de-
 vient plus étendue : enfin, quand
 nos besoins sont satisfaits, les mê-
 mes moyens fournissent encore des
 amusemens très-dignes de notre cu-
 riosité.

C'est le détail de ces avantages, qui
 va faire la matière de cet Article :
 mais je ne veux y entrer, que comme
 je l'ai fait pour toutes les prépara-
 tions qui ont servi à nos expérien-
 ces ; c'est-à-dire, que je me bornerai
 à faire connoître en gros, comment
 tel ou tel effet se produit, renvoyant
 la description plus exacte & plus cir-
 constanciée des moyens, à l'ouvrage
 dont j'ai fait mention plusieurs fois,
 & dans lequel je me propose de trai-
 ter *ex professo* de la construction & de
 l'usage de tous les instrumens de Phy-
 sique ; comme je ne parle ici de ceux
 qui concernent l'Optique, que parce

qu'ils aident ou qu'ils perfectionnent la vision, je ne les distribuerai point par classes, je les appellerai plutôt XVII.
L E Ç O N.
 suivant l'ordre de leur invention, & par conséquent, je ferai connoître d'abord les plus simples.

Lunettes dont on se sert pour lire.

Le défaut de la vûe le plus ordinaire, & qui est presque inévitable à un certain âge, c'est de ne pouvoir plus distinguer nettement les petits objets à la distance de 8 ou 10 pouces, comme on le fait ordinairement dans la jeunesse; on est obligé de regarder de plus loin, & quand cet éloignement devenu indispensable, s'accroît à un certain point, non-seulement il est incommode, mais il ne remédie presque plus à rien, parce que les petits objets, à une grande distance de l'œil, font tendre des angles trop petits, ou ce qui est la même chose, leur image occupe trop peu de place au fond de l'organe, pour y faire une impression suffisante.

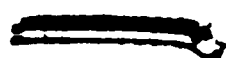
Les hommes qui nous ont précédés de quatre à cinq siècles ou davantage, perdoient ainsi l'usage de

XVII. la vûe, long-tems avant que de mourir; pendant nombre d'années, ils **LEÇON.** étoient réduits à ne plus voir que les grands objets, & à ne les voir qu'imparfaitement; mais enfin vers l'an 1300, on fit une heureuse application de la propriété qu'ont les verres convexes, d'amplifier l'image des objets; propriété connue 200 ans auparavant (a), dont on n'avoit tiré jusqu'alors aucune utilité. On croit avec beaucoup de vraisemblance, que Bacon, Cordelier d'Oxford, eut plus de part que personne à cette importante invention (b): Quoi qu'il en soit, on a des preuves certaines, qu'on se servoit communément de lunettes au commencement du 14^e. siècle, & que

(a) Alhazen qui vivoit vers l'an 1100, dit très-expressément dans son Opt. Liv. 7. Chap. 48. que si un objet est appliqué à la base d'un grand segment d'une sphère de verre, il paroîtra plus grand.

(b) *Voici les paroles de cet Auteur*: Si homo aspiciat litteras & alias res minutas, per medium crystalli vel vitri vel alterius perspicui suppositi litteris, & sit portio minor spheræ; cujus convexitas sit versus oculum, & oculus sit in aëre, longe melius videbit litteras, & apparebunt ei majores . . . & ideò hoc instrumentum est utile senibus & habentibus oculos debiles. Or le
c'étoit

c'étoit une invention nouvelle (c).



XVII.

LEÇON.

Je crois avoir suffisamment fait connaître dans l'article précédent, ce qui manque à la vûe des presbytes ou des vieillards, pour la vision distincte, & de quelle manière ils y suppléent, quand ce défaut n'est pas trop grand; il me reste à expliquer ici, comment l'usage des lunettes vient au secours de la nature, lorsque ses ressources sont épuisées: c'est ce que je vais faire en deux mots.

Ces sortes de vûes sont défectueu-

Frere Bacon mourut en 1292. Cependant M. Smith prouve assez bien, par la suite même du passage dont je viens de rapporter des fragmens, que cet Auteur n'a pas inventé lui-même les lunettes; mais on ne peut pas nier, qu'il n'ait bien mis sur la voie, ceux qui avoient lu son Ouvrage.

(c) On cite un manuscrit de 1299, qui est de la Bibliothèque de M. Redi, dans lequel on lit ce qui suit: *Mi trovo così gravoso di anni, che nonarei volenza di legere e scrivere senza vetri appellati okiali, trovati novellamente, per commodità delli poveri vekî, quando affiebolano del vedere.*

Bernard Gordon, Médecin de Montpellier, qui écrivoit vers l'an 1305 son *Lilium Medicinae*, dit, en recommandant un certain collyre qu'il croyoit très-bon: *Et est tanta virtutis, quòd decrepitem faceret legere litteras minutas, absque ocularibus.*

§22. LEÇONS DE PHYSIQUE

XVII. **LEÇON.** Les, parce que les humeurs de l'œil ont trop peu de convexité, ou qu'en changeant de nature par succession de tems, elles ont perdu une partie de leur pouvoir réfractif : les rayons qui viennent d'un objet placé à 8 ou 10 pouces de distance, sont trop divergens, pour s'y plier autant qu'il le faudroit ; ils touchent le fond de l'organe avant que d'être rassemblés ; de-là naît une vision confuse, selon ce que nous avons enseigné précédemment. On remédie à ce mauvais effet, en mettant entre l'œil & l'objet, un verre d'une certaine convexité, dont la propriété est comme l'on sçait * de rendre tels rayons, ou moins divergens, ou paralleles, ou même convergens. Ainsi, en proportionnant la convexité du verre au défaut de l'œil, on dispose de telle manière les rayons incidens, que l'organe, tout foible qu'il est, se trouve en état de les réunir justement sur la rétine, & l'image devient nette.

* Page 302.
N. Résultat.

Les lunettes que les vieillards mettent sur le nez, sont donc composées de deux verres un peu convexes des deux côtés ou d'un seul : el-

lès font voir plus distinctement, par les raisons que je viens de déduire, & plus clairement, parce qu'en diminuant la divergence des rayons incidens, elles en font entrer une plus grande quantité dans la prunelle: on les nomme *binocles*, parce qu'elles servent en même-tems aux deux yeux, en quoi elles sont plus avantageuses que celles qui n'ont qu'un seul verre, & qu'on appelle *lorgnettes* ou *monocles*: car l'action simultanée des deux yeux rend la vision plus forte & plus commode.

Comme le bon effet des lunettes, pour ceux qui en ont besoin, vient de ce qu'elles changent à leur avantage la disposition des rayons incidens, elles ne peuvent que nuire aux vûes à qui la divergence naturelle de ces rayons est convenable; voilà pourquoi les jeunes gens, qui voyent bien sans lunettes, ne distinguent plus rien, quand ils essayent de s'en servir. Les personnes mêmes à qui elles sont utiles, pour les objets qu'elles regardent de près, les trouvent d'un mauvais usage pour voir au loin; parce que les rayons incidens étant alors

§ 24. LEÇONS DE PHYSIQUE

~~comme~~ XVII. **LEÇON.** comme parallèles , à cause du grand éloignement de l'objet , deviennent convergens , en passant par les lunettes , ce qui donne lieu à l'œil de les réunir trop tôt , & avant qu'ils soient arrivés à la rétine.

L'usage des lunettes annonce ordinairement que nous commençons à vieillir : l'amour-propre nous dissimule, autant qu'il peut , le besoin que nous avons de ces instrumens ; c'est pourquoi l'on ménage notre délicatesse , en nous les donnant d'abord sous le nom de *conservees* : tranchons le mot , ces conservees sont des lunettes , comme celles des vieillards , à cela près qu'elles sont moins convexes : si elles ne le sont pas du tout , comme on s'efforce de vous le faire croire , il est inutile de vous en masquer le visage ; elles ne sont bonnes à rien , si ce n'est dans le cas où l'on auroit le fond de l'œil si sensible , qu'on fût obligé de modérer la lumière qui vient des objets qu'on regarde , alors on pourroit se servir de lunettes composées de verres plans & d'une couleur un peu verte.

Etant donnée la distance à laquelle

On est obligé de reculer les objets pour les voir distinctement, on peut déterminer le degré de convexité que doivent avoir les verres de lunettes, pour rendre la vision distincte à 8 ou 10 pouces, comme elle l'est pour les vûes ordinaires; il ne faut pour cela, qu'assujettir les rayons incidens aux loix de la réfraction, que nous avons établies dans la Dioptrique, ayant égard aux différens degrés de réfringence des humeurs de l'oeil humain, & à leurs figures; mais il est encore plus simple & plus commode, quand on le peut, d'entrer dans les boutiques des marchands qui ont de ces instrumens à choisir, & de s'accommoder de celui avec lequel on voit le mieux.

Un autre défaut de la vûe tout-à-fait opposé à celui dont je viens de parler, c'est de ne pouvoir distinguer les objets que de fort près: j'en ai dit la cause en parlant des myopes dans l'article précédent; je prie le lecteur de vouloir bien se la rappeler. Quand ces sortes de vûes sont si courtes, qu'il ne suffit pas d'approcher les petits objets à 5 ou 6 pouces des yeux,

XVII. **L**eson. c'est une incommodité des plus grandes ; on est à demi-aveugle, parce qu'on ne distingue presque plus rien de ce qui se passe à 5 ou 6 pas ; & pour examiner ce qu'on tient à la main, on ne peut employer qu'un œil à la fois, parce que les axes optiques ne peuvent plus se réunir sur un même point, quand l'angle qu'ils forment entr'eux, doit être plus grand que de soixante degrés : ajoutez à cela, que quand on regarde de si près, il est très-difficile que l'objet soit éclairé suffisamment.

C'est donc rendre un très-grand service à ceux qui ont la vûe trop courte, que de leur procurer le moyen de bien voir de plus loin ; & c'est ce que l'on fait, en mettant devant leurs yeux un verre concave, dont la propriété est de rendre divergens les rayons qui ne le sont pas, & d'augmenter la divergence de ceux qui

* Pag. 326. n'en ont point assez *. Car le défaut de cette sorte de vûe, venant, comme je l'ai dit, de ce que les rayons trop fortement réfractés dans les humeurs de l'œil, se rassemblent avant que d'arriver à la rétine, on porte infailliblement cette réunion plus loin.

III. Résultat.

en augmentant la divergence des rayons incidens, il ne s'agit que de proportionner la concavité du verre, à l'excès de convexité qui fait le vice de l'organe. C'est ce que l'on peut déterminer encore par les règles de la Dioptrique; mais dans la pratique, il est plus court de choisir dans plusieurs verres de cette espèce, celui qui fait le mieux voir.

Les personnes qui se servent de verres concaves, voyent les objets plus petit qu'à la vûe simple; mais ils les voyent nettement, & à des distances plus grandes: on dit communément, que les vûes courtes durent plus long-tems que les autres, si cela est aussi vrai que consolant, on en peut rendre raison en disant, que comme les yeux des myopes pechent par trop de convexité, s'ils s'applatissent en vieillissant, ils ne doivent point arriver aussi-tôt que d'autres, à l'excès opposé. Ce qu'il y a de certain, c'est que les personnes qui ont la vûe courte, écrivent, & aiment à lire les petits caractères: mais je ne regarde pas ce penchant comme le signe d'une meilleure vûe; je crois

XVII. que cela vient plutôt, de ce qu'ils en découvrent plus d'un seul coup d'œil.

Leçon.

On peut faire voir très-sensiblement les effets des lunettes, tant convexes que concaves, par une expérience très-curieuse. Prenez cet œil artificiel que j'ai employé dans l'expérience de l'article précédent, & qui est représenté par la *Fig. 3.* tirez un peu en avant le petit tuyau qui porte la lentille de verre, & alors vous verrez que les images des objets seront très-confuses, sur le papier huilé; c'est le cas d'une vûe courte, ou d'un œil trop convexe, qui rassemble les rayons avant qu'ils soient parvenus à la rétine; présentez devant le tuyau un verre un peu concave; vous verrez aussi-tôt, que l'image qui étoit confuse, deviendra très-distincte.

Faites ensuite tout le contraire: enfoncez le tuyau plus qu'il ne faut, pour représenter la vision naturelle; c'est le cas de l'œil presbyte, qui ne peut pas réfracter les rayons assez pour les réunir sur la rétine; aussi l'image sera-t-elle encore très-confuse sur le papier huilé; mais elle deviendra
nette

nette & distincte; dès que vous met-
trez devant le tuyau, la lunette d'un
vieillard, c'est-à-dire, un verre un
peu convexe (a).

Chambre obscure.

Après l'œil artificiel dont je viens de parler pour la seconde fois, rien ne représente mieux les effets de la vision, que ce qui se passe dans une chambre bien obscure, dans laquelle il n'entre du jour, que par un trou d'un pouce de diamètre ou environ, pratiqué à la fenêtre. Un Physicien du 16^e siècle (b) remarqua le premier que les objets du dehors se des-
sinoient comme des ombres, sur la mu-
raille & au plancher de sa chambre :
cet effet le surprit agréablement; il
l'étudia avec attention, il le perfec-
tionna, & enseigna dès lors les moyens
de rendre cette représentation plus
distincte, en mettant au trou de la

(a) Pour faire cette expérience à coup sûr, il faut avoir marqué auparavant sur le tuyau, les degrés d'enfoncement qu'il doit avoir, selon le plus ou le moins de convexité & de concavité des verres qu'on doit placer devant.

(b) Jean-Baptiste Porta, dans sa Magie naturelle qui fut imprimée en 1560.

XVII.
LEÇON. fenêtre un verre lenticulaire , dont le foyer soit à la distance de la muraille qui est au fond de la chambre , ou d'un carton blanc qu'on approche davantage.

Depuis ce tems-là on a rendu cette expérience portative , en employant au lieu de chambre , une boîte dont on a varié d'une infinité de manières , la grandeur , la forme , la disposition , en gardant toujours ce qu'il y a d'essentiel , c'est-à-dire , un verre lenticulaire qui a son foyer sur un fond blanc , placé dans un lieu obscur. Supposez , par exemple , une boîte un peu plus longue que large , comme *ABCD* , *Fig. 5. (a)* , garnie d'un tuyau *E* , fixé à l'un de ses petits côtés , pour recevoir un autre tuyau mobile *F* , qui porte un verre lenticulaire , dont le foyer est à la distance du fond *AC*. On voit que par les rayons qui se croisent en passant dans le verre *F* , l'objet se peint renversé au fond de la boîte , comme sur le mur de la chambre dont j'ai

(a) Dans la figure , on a laissé la moitié d'un des grands côtés ouverte , pour faire mieux entendre les effets qui se passent au-dedans.

parlé d'abord ; & l'on en jugera encore mieux , si ce fond AC , au lieu d'être de bois , est un morceau de glace dépolie , ou un châssis garni d'un papier huilé. XVII.
L E Ç O N.

Si l'on veut que l'objet paroisse droit à quelqu'un qui aura l'œil placé en A , il faut placer dans la boîte un miroir qui ait une inclinaison de 45 degrés , comme AG , & que la moitié du couvercle puisse s'ouvrir comme $HIKL$: alors , si l'on met la glace dépolie , ou le châssis dont je viens de parler , sur la partie découverte AKL , les rayons réfléchis par le miroir y porteront l'image de l'objet , dans une situation droite , pour le spectateur qui aura l'œil en A .

Il est à propos que la partie du couvercle qui se leve , porte avec elle deux joues Hm , & sa pareille attachée au côté IL , pour faire de l'obscurité sur le plan qui reçoit l'image. Et comme les rayons de lumière qui viennent d'un objet éloigné , sont moins divergens que ceux qui viennent de plus près , il faut avancer ou reculer le tuyau mobile F , suivant la distance des objets qu'on veut
Y y ij

XVII. voir, pour avoir leurs images bien distinctes.

L E Ç O N, Les chambres noires ou obscures qu'on fait ainsi avec des boîtes, soit qu'elles se démontent ou non, ne sont pas aussi portatives qu'on le voudroit, ou bien on est réduit à n'avoir que des images fort petites : car si le foyer du verre est long, la boîte doit être grande à proportion. Il y a environ 25 ans que j'en ai imaginé une qui est très-légère, qui tient peu de place, & dont le verre peut avoir 30 pouces de foyer & même davantage. C'est une pyramide carrée, formée par quatre tringles de bois *A, B, C, D*, *Fig. 6.* assemblées par en haut dans un collet de même matière *E F*, & par en bas aux quatre coins d'un châssis *G H I K*; tous ces assemblages sont à charnières, & chaque côté du châssis se brise de même dans son milieu, de sorte qu'en ouvrant quatre crochets pour laisser le jeu libre aux charnières *G, H, I, K*, les montans se plient & se rassemblent comme les baleines d'un parapluie, & à côté d'eux les traverses qui forment le châssis.

Le collet *EF* est percé à jour, pour recevoir un tuyau de carton *L*, garni d'un verre objectif, qui a son foyer à la base de la pyramide. La partie *L* plus menue que le reste, reçoit un autre collet *MN*, qui tourne dessus avec liberté, & qui porte à sa circonférence deux petits tuyaux de cuivre *N, n*, fendus suivant leur longueur, pour faire ressort.

XVII.
LEÇON.

Dans ces tuyaux glissent de haut en bas deux petits montans de métal, qui portent une espece de couvercle *O*, au fond duquel est ajusté un miroir plan. On a fixé au bord de cette pièce deux tenons ou pivots diamétralement opposés, qui tournent avec un peu de frottement, dans des trous pratiqués au bout des montans, lesquels pour cet effet, sont aplatis comme la tête d'un compas. Lorsqu'on a joint le second collet *MN* au premier *EF*, on peut donc, sans remuer la pyramide, tourner le miroir vers différens points de l'horison, & l'incliner, autant qu'on le veut, pour chercher les objets qu'on a dessein de voir. Et quand le couvercle est entièrement baissé, il forme, avec les

XVII. **LEÇON.** deux collets, une espèce de boîte qui termine la pyramide, & qui renferme le verre & le miroir, qui sont les pièces les plus casuelles de l'instrument. On couvre d'un gros drap verd doublé en dedans de taffetas noir, trois côtés entiers de la machine & une partie *AEB* du quatrième ; en *AB* & aux parties inférieures des deux montans, on attache un rideau de quelque étoffe noire un peu épaisse, dont on puisse se couvrir la tête & les épaules. Il faut aussi que le drap des trois autres côtés déborde de 2 ou 3 doigts par en bas.

Pour faire usage de cette machine, on la pose sur une table bien droite, & couverte d'une grande feuille de papier blanc, dans un lieu sombre & qui soit un peu élevé ; on prend le tems où les objets sont bien éclairés, on s'assit ayant le dos tourné vers eux, & l'on avance un peu sa tête sous le rideau, ayant soin qu'il n'entre pas d'autre jour que celui qui vient par l'objectif : voyez la *Fig. 7*. La machine étant pliée, le drap & le rideau se tournent autour des montans, & le tout se met dans un sac

de toile long & étroit ; ce qui la met en état d'être transportée fort aisément.

On voit par la seule inspection de la *Fig. 6.* que les rayons de lumière partant des différens points de l'objet , vont frapper le miroir ; & qu'après s'être croisés dans l'objectif , ils vont dessiner l'image sur la table , dans une situation droite , pour la personne qui regarde par le côté *AB* de la pyramide. Cette espèce de chambre noire pourroit servir pour voir ce qui se passe au dehors d'une place assiégée , sans exposer sa tête ; car rien n'empêche que la table sur laquelle on la pose , ne soit derrière un rempart , & que la pièce qui porte le miroir , ne s'élève au-dessus.

Polémoscopes.

On appelle ainsi les instrumens , soit de Dioptrique , soit de Catoptrique , par le moyen desquels on peut voir sans être vu. Ordinairement la partie principale est un miroir incliné , qui renvoie l'image de l'objet au spectateur , qui ne peut pas les voir en droite ligne. Un homme sédentaire

XVII. & curieux , du milieu de sa chambre
LEÇON. & sans quitter son bureau , un malade assis sur son lit , se procure la vûe de ce qui se passe dans une longue rue ou dans une place publique , par le moyen d'une glace placée au côté d'une fenêtre , avec une inclinaison convenable ; un pareil miroir incliné à l'horison , & qui s'avance un peu hors de la fenêtre , met un homme d'étude en état de se soustraire aux visites importunes , en lui faisant connoître ceux qui heurtent à la porte de sa maison.

Quand on veut un polémoscope portatif , on incline la glace de 45 degrés au fond d'une boîte , dont le devant reste tout-à-fait ouvert. Et l'on fait au côté de cette boîte sur lequel la glace est inclinée , un trou de 2 pouces de diamètre ou environ , pour recevoir un tuyau de la longueur qu'on le veut avoir. Voyez dans la *Fig. 8.* comment les rayons réfléchis par le miroir , vont porter l'image de l'objet à l'œil , qu'on suppose au bout du tuyau.

Avec cet instrument , l'on peut voir par-dessus la muraille d'une ville , d'un

jardin , même dans une chambre voisine & placée sur la même ligne de celle où l'on est , pourvu que la fenêtre en soit ouverte , & qu'il y ait assez de lumière. Il y a des gens qui portent de ces instrumens dans leur poche , en forme de lorgnette d'Opera , & qui regardent tout à leur aise les personnes qui sont à côté d'eux , dans le tems qu'on les croit occupés de ce qui se passe au loin & devant eux : ils cachent par ce petit stratagème , une curiosité qui passeroit souvent pour une indiscretion & une impolitesse.

Curiosités , Perspectives , ou Optiques.

On donne communément tous ces noms à certaines boîtes dans lesquelles des objets convenablement éclairés , se font voir sous des images amplifiées & dans l'éloignement , par le moyen des miroirs & de quelques verres convexes : la construction de ces machines se varie de tant de manières , que je ne puis ni ne dois parler ici de toutes celles qui sont connues ; je ferai mention de deux ou trois , & je supposerai des objets fort

———— simples , afin que l'on comprenne mieux les effets.

XVII.
LEÇON.

On se souviendra , qu'en expliquant les propriétés du miroir sphérique concave , j'ai fait remarquer , que quand l'objet est placé plus loin de la surface réfléchissante , que le foyer des rayons parallèles , son image se trouve renversée & devant le miroir. En conséquence de cela , on se procure un joli spectacle , si l'on met un tableau qui représente un paysage , devant un de ces miroirs , & qu'en s'éloignant un peu , on regarde par-dessus dans le miroir : il faut , pour bien faire , que le tableau soit fort éclairé , & que le miroir soit dans l'obscurité : ceux qu'on fait en Angleterre avec des glaces courbées & mises au teint , rendent ces représentations plus vives & plus nettes que ceux de métal , parce qu'ils réfléchissent mieux la lumière , & qu'ils sont moins sujets à se ternir.

Ces illusions se multiplient agréablement , quand on se sert d'une boîte longue représentée par la *Fig. 9.* dont le dessus n'est qu'une gaze ou un taffetas blanc & très-mince , pour

laisser passer beaucoup de lumière ; l'un des petits côtés AB , porte un miroir concave, dont le foyer est à la distance F ; & sur l'autre en dedans, on glisse successivement des cartons peints qui représentent des édifices, des jardins, & d'autres objets semblables : on place l'œil vis-à-vis d'un trou, qui est percé à jour dans le même côté de la boîte, un peu au-dessus des cartons.

Si les deux grands côtés d'une pareille boîte sont ornés de peintures, telles que celles dont je viens de parler ; que sur le fond, il y ait des petites figures isolées de bois, d'émail, ou de carton, en repos ou en mouvement, & que les deux petits côtés soient couverts de deux miroirs plans ; en regardant simplement par le trou D , on verra tous ces objets multipliés presque à l'infini & dans un grand éloignement, pour les raisons que j'ai déduites, en expliquant les effets des miroirs plans : & ce petit spectacle deviendra encore plus divertissant, si l'on met au trou un verre lenticulaire, dont le foyer soit à-peu-près au milieu de la longueur de la

XVII. boîte ; car ce verre ne manquera pas
LEÇON. d'amplifier les images & les distances.

On donne encore à ces sortes de boîtes la forme d'une tour quarrée, *Fig. 10.* au haut de laquelle il y a un miroir incliné comme *CE* : les images de tous les objets rangés dans la longueur de la boîte, sont renvoyées par le miroir à l'œil, qui les apperçoit dans la direction horizontale *FG*. Le côté opposé à *FH*, est celui qui est couvert de gaze ou de taffetas, & que l'on tourne du côté du jour. Le petit tuyau *F* porte aussi un verre lenticulaire, pour faire paroître le lieu & les objets plus grands.

Télescopes & Lunettes d'approche.

Ce sont des tuyaux dans lesquels des verres ou des miroirs (quelquefois les uns & les autres) combinés d'une certaine manière, nous font appercevoir distinctement des objets trop éloignés pour la vûe simple. On les nomme *télescopes*, parce que le premier & le plus important usage qu'on en ait fait, a été d'examiner les astres connus, & d'en découvrir

d'autres qui ne l'étoient pas. Quand on s'en sert pour les objets terrestres , le vulgaire les appelle lunettes *d'ap-* XVII.
proche , parce que ces instrumens sem- L E Ç O N.
blent diminuer la distance qui est entre l'objet & le spectateur.

L'invention des télescopes a été d'un grand secours pour les progrès de l'Astronomie ; c'est de cette époque qu'il faut dater les plus belles découvertes qui ont été faites dans cette science , par Képler , Galilée , Hug-hens , Dominique Cassini , Halley , Roëmer , Bradley , &c. Avant ce tems-là on ne connoissoit ni ce qu'on appelle montagnes , vallées & mers dans la Lune , ni les taches du Soleil , ni les satellites de Jupiter : on ignoroit pareillement ceux de Saturne & son anneau , les phases de Vénus , le diamètre des autres planètes , leurs rotations sur leur axe , la durée de ces révolutions , & toutes les conséquences qu'on est en droit de tirer de tous ces faits bien constatés.

Aussi plusieurs Nations se disputent-elles l'honneur d'avoir inventé les télescopes. Guillaume Molineux & Samuel son fils le revendiquent

XVII. pour l'Angleterre, en attribuant cette invention à Roger Bacon, que j'ai déjà cité ci-dessus : mais M. Smith prouve assez bien, par la manière même dont ce Religieux s'est énoncé, qu'il n'a fait que prévoir tout au plus, ce qu'on pourroit faire par le moyen des verres lenticulaires, & qu'il n'a jamais fait sur cela aucune épreuve, à laquelle on puisse rapporter la découverte dont il s'agit.

* Dans sa
Dioptrique
p. 163.

M. Hughens croit que c'est un effet du hazard ; mais il le fait naître dans sa patrie : « Quelques-uns, dit-il, * attribuent la première invention du télescope à Jacques Mélius habitant d'Alcmaër ; mais je suis certain qu'un ouvrier en avoit fait avant lui à Middelbourg en Zélande vers l'an 1609. il se nommoit Jean Lippersheim selon Sirturus, & Zacharie selon Borelli (a), &c. ». Ce qu'il y a de certain, c'est que les premiers télescopes ont été composés de deux verres, dont l'un étoit convexe &

(a) M. Muschenbroek rapporte cette découverte à l'année 1590, & l'attribue à Zacharie Janſze & Jean Lippersheim, habitans de Middelbourg en Zélande. *Essai de Physiq. p. 198.*

l'autre concave , & que ceux de cette espèce se nomment encore aujourd'hui , *télescopes Hollandois*.

Ces premiers instrumens , production du hazard & d'une industrie peu éclairée , n'eussent jamais été d'une grande utilité , si l'on eût abandonné le soin de les perfectionner , aux Artistes qui en avoient fait la découverte : mais dès qu'ils furent connus , les Sçavans s'en emparerent ; entre les mains de Galilée , de Képler , & de M. Hughens , leur construction fut réglée , suivant les principes bien entendus & bien médités de la Dioptrique ; & le célèbre Campani (a) y ajouta l'exécution la plus heureuse & la plus régulière.

Le télescope de Galilée , le même que celui des Hollandois , à cela près qu'il est construit dans de meilleures proportions , est composé de deux verres , dont l'un qui est convexe , se nomme *objectif* , parce qu'il est placé au bout du tuyau qu'on tourne vers l'objet ; l'autre qui est concave , s'appelle *oculaire* , parce qu'il est à l'autre bout

(a) Artiste de Rome très-habile & très-instruit.

XVII.
LEÇON. où se présente l'œil de l'observateur :
 voici, autant qu'on le peut représenter
 dans une petite figure , quelle est la
 marche des rayons dans cet instru-
 ment , & comment il amplifie l'image
 de l'objet.

Il faut supposer que l'objet *AB* ,
Fig. 11. est tellement éloigné , que les
 jets de lumière qui viennent de cha-
 que point de sa surface tomber sur
 l'objectif, comme *AC*, *BC*, sont com-
 posés de rayons , non sensiblement
 divergens comme dans la figure ,
 mais presque parallèles entr'eux. Ces
 jets cylindriques ou à peu près , en
 traversant le verre convexe , se con-
 vertissent en autant de pyramides ,
 qui formeroient par leurs pointes
 l'image renversée *ab* de l'objet , sans
 l'interposition de l'oculaire *D* , lequel
 étant concave, rend parallèles entr'eux
 les rayons de chaque pyramide. Ainsi
 chacun de ces jets ou pinceaux en-
 trant dans le cristallin de l'œil *E* ,
 comme s'il venoit d'un lieu fort éloi-
 gné , ne s'y rompt qu'autant qu'il le
 faut , pour former une pointe au fond
 de l'organe *FG* ; & par ce moyen , il
 s'y dessine une image distincte & ren-
 versée ,

versée , comme elle le feroit à la vûe simple : c'est pourquoi cette espèce de télescope fait voir les objets dans leur situation naturelle & sous un plus grand angle , ce qui augmente leur grandeur apparente.

Ce télescope ne pouvant avoir qu'une longueur très-limitée (*a*) , ne peut pas grossir beaucoup ; d'ailleurs , il a peu de champ , c'est-à-dire , que l'œil qui s'en sert , ne peut embrasser que très-peu d'objets d'un seul aspect , parce que les faisceaux de lumière qui sortent de l'oculaire étant divergens entr'eux , la prunelle ne peut pas comprendre en même-tems ceux qui viennent des extrémités d'un grand objet.

On trouve dans la Dioptrique de Képler , qui fut imprimée en 1611 , la description d'un télescope , qui fut dès-lors qualifié d'*Astronomique* , parce qu'il est bien meilleur que le précédent , pour observer le ciel ; il est composé de deux verres convexes placés aux deux extrémités d'un tuyau , de manière que leurs foyers coïnci-

(*a*) Les plus grandes lunettes de cette espèce n'ont que 15 ou 18 pouces.

XVII.
LEÇON.

dent au même endroit ; ainsi la longueur totale de l'instrument résulte de celles des deux foyers CF , DF , prises en somme , *Fig. 12.*

Les jets de lumière AC , BC , qu'on suppose venir de fort loin , & qui par conséquent sont composés de rayons presque parallèles , en passant par le verre objectif C , se convertissent en autant de pyramides , dont toutes les pointes dessinent l'image de l'objet à la distance F , où est le foyer du verre. Mais ces rayons se croisant , deviennent divergens ; s'ils tombent sur un verre lenticulaire D , dont le foyer soit à la distance de F , où commence leur divergence , ils deviennent parallèles entr'eux , en même-tems que les jets qu'ils composent , tendent à se réunir dans l'œil qui est placé en E .

L'objet paroît donc sous l'angle GEH , beaucoup plus grand que ne feroit AEB , par la vûe simple ; & l'image est droite au fond de l'œil , puisque c'est celle qui est renversée en F , qui devient l'objet immédiat de la vision ; par conséquent le véritable objet AB , doit paroître le haut en bas.

Ce dernier effet est un inconvénient par-dessus lequel on passe, quand on n'a, comme les Astronomes, que des corps ronds à observer, & que l'on cherche comme eux, à conserver à l'instrument toute la clarté dont il est susceptible; mais pour voir sur la terre cela est incommode, on aime à voir les objets dans leurs situations naturelles. On se procure cet avantage en ajoutant deux oculaires convexes au premier: car par la seule inspection de la *Fig. 13.* on voit que, si au lieu de placer l'œil en *E*, pour recevoir les faisceaux de rayons parallèles qui viennent s'y rendre, on les laisse se croiser, & qu'on les reçoive ensuite sur un second oculaire *K*, de parallèles qu'ils sont, ils deviennent convergens, & forment une seconde image, mais en sens contraire de la première qui est en *F*. Après quoi, s'ils passent à un autre oculaire *L*, ce verre qui les reçoit divergens de la distance *f* où est son foyer, leur rend le parallélisme qu'ils avoient avant que d'entrer dans le verre *K*, & les jets qui en résultent, vont de part & d'autre à l'œil placé en *M*, dans le

———— même ordre qu'ils ont en E , en for-
 XVII. tant du télescope Astronomique. Mais
 L E Ç O N . comme c'est la seconde image afb
 qui est ici l'objet immédiat de la vi-
 sion, & que cette image est en sens
 contraire de la première bFa , ou plu-
 tôt dans le même sens que l'objet
 réel, elle doit être apperçue, comme
 on le voit lui-même à la vûe simple.

Dans ces télescopes, tant à deux
 qu'à quatre verres convexes, la gran-
 deur du champ dépend de la largeur
 de l'oculaire; car comme les rayons
 de lumière qui viennent des extrêmi-
 tés opposées de l'objet, se croisent
 dans l'objectif, il est aisé de conce-
 voir, que plus l'oculaire est large,
 plus il embrasse de ces rayons, qui
 s'écartent les uns des autres après leurs
 croisemens. Cependant on ne laisse
 pas aux oculaires toute la largeur
 qu'ils pourroient avoir; parce que la
 lumière qui passe trop près des bords,
 ne s'y réfracte pas aussi régulièrement,
 que vers le milieu. Quant à la quan-
 tité dont ces instrumens grossissent
 les objets, on peut prendre ceci pour
 règle: la grandeur apparente par le
 télescope est à la grandeur apparen-

te à la vûe simple, comme la distance FC , est à la distance DF , c'est-à-dire, que si le foyer de l'objectif est 30 fois plus long que celui de l'oculaire, le diamètre de l'objet vu par la lunette, paroîtra 30 fois plus grand qu'à la vûe simple. XVII.
L E Ç O N.

Les télescopes de réfraction, pour grossir beaucoup, doivent être fort longs, ce qui les rend embarrassans & difficiles à manier; ils ont encore un autre défaut, c'est que les images qu'ils amplifient à un certain point, manquent de clarté & de netteté: on attribua d'abord cette dernière imperfection, à des causes qui n'y avoient pas grande part (a), & les moyens dont on convint pour y remédier, n'auroient pas réussi quand ils eussent été praticables (b).

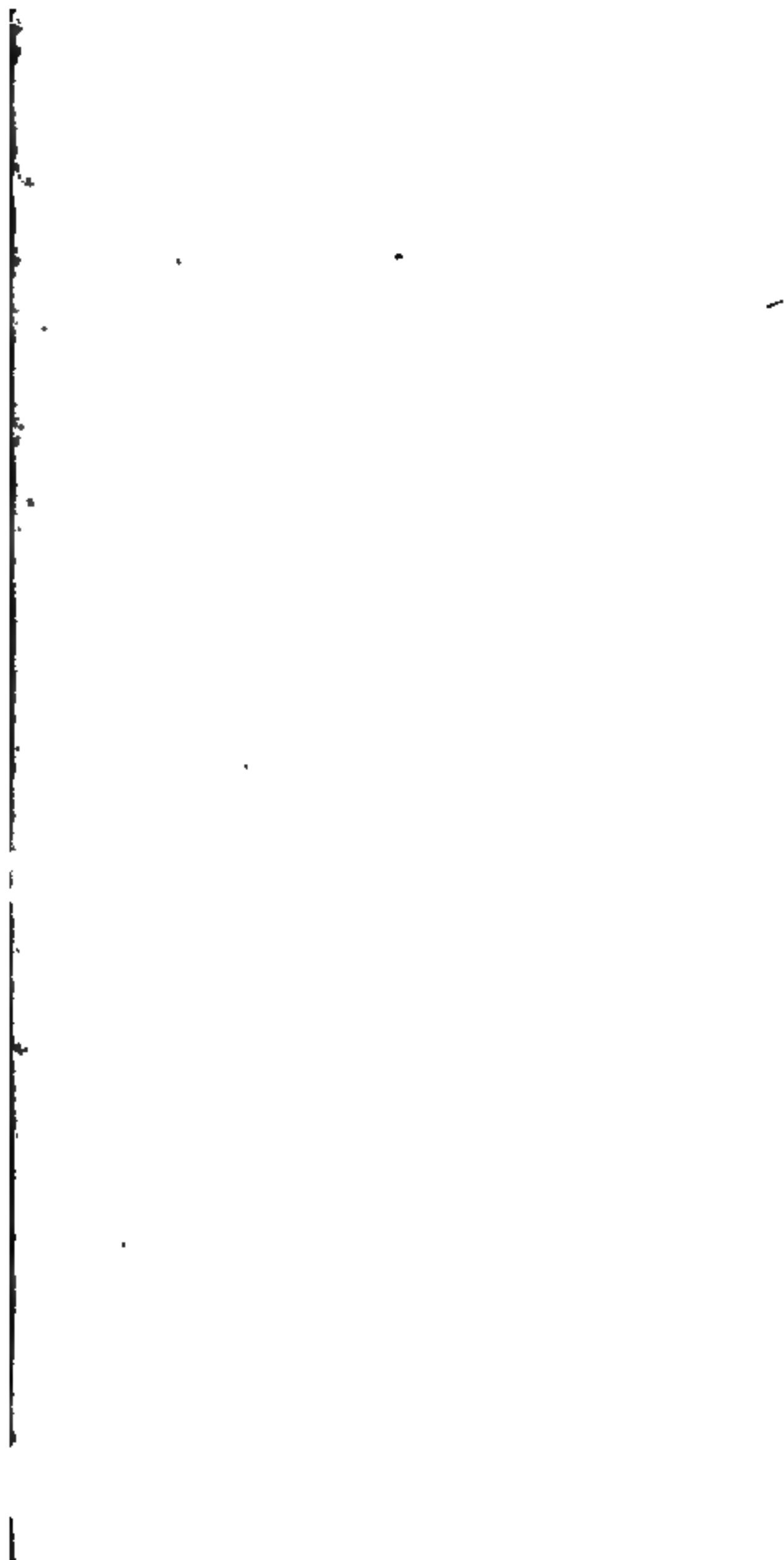
Ces considérations firent naître l'i-

(a) Voyez ce que j'ai rapporté à ce sujet, au commencement du 1 Article de la 3 Section. Consultez de plus, l'Optique de Newton, Liv. 1. Part. 1. prop. 7. où il démontre, que l'erreur qui vient de la seule sphéricité des verres d'un télescope est plusieurs centaines de fois moindre, que celle qui vient d'une autre source qu'il désigne, & à laquelle on ne peut pas remédier.

(b) Si l'objectif d'un télescope, au lieu d'être

XVII. **LEÇON.** dée d'employer des miroirs au lieu des verres , pour former les images des objets ; ce moyen paroissoit plus sûr , en ce que les rayons de lumière , de quelque espèce qu'ils soient , font toujours leur angle de réflexion égal à celui de leur incidence ; un autre avantage qui ne paroissoit pas moins réel , & qui étoit très-important , c'est qu'il étoit évident que ces nouveaux instrumens , pour grossir autant que les télescopes de Dioptrique , n'auroient pas besoin d'être aussi longs. Jacques Grégory d'Aberdeen produisit le premier télescope de réflexion en 1663 : peu d'années après , Newton en fit un d'une construction différente , dont on trouve la Description dans les Transact. Philos. n°. 80. & dans son Optique vers la fin de la 1^{re} partie du 1^{er} Livre.

une portion de sphere , étoit d'une figure hyperbolique ou elliptique , comme on avoit trouvé qu'il falloit le faire , il seroit nécessairement fort épais , & par conséquent il intercepteroit trop de lumière : de plus , il ne réuniroit bien que les rayons paralleles à son axe ; ceux qui viendroient des côtés de l'objet , se rassembleroient moins bien que par une lentille d'une courbure sphérique.



1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

1924-1925

Quoique le télescope de Newton XVII.
n'ait été publié qu'après celui de Gré- L E Ç O N.
gory , il paroît cependant que ce der-
nier n'a pas été aussi-tôt en usage ,
soit par des retardemens d'exécu-
tion , soit qu'on le trouvât moins
parfait ; ce ne fut guère que vers l'an-
née 1726 , que les ouvriers commen-
cerent à en débiter à Londres , après
qu'il eut été perfectionné par M.
Hadley.

Le télescope Newtonien est com-
posé d'un large tuyau $DDDD^*$, au *Fig. 14.*
fond duquel est fixé un miroir con-
cave de métal GH , dont le foyer est
vers l'autre bout , qui est ouvert. En-
tre ce miroir concave & son foyer ,
est un autre miroir de métal IK ,
plan , beaucoup plus petit que le pre-
mier , de figure ovale , incliné de 45
degrés à l'axe du tuyau , & porté par
une tige , avec laquelle il se meut en
avançant & reculant suivant la lon-
gueur du tuyau. Vis-à-vis de ce pe-
tit miroir , le tuyau est percé d'un
trou rond , pour recevoir un autre pe-
tit tuyau LL garni d'une ou de plu-
sieurs lentilles. La place de l'œil est
en O , où il y a une ouverture d'une

XVII.
LEÇON. ligne de diamètre tout au plus. Voici quelle est la marche de la lumière, dans cet instrument.

Il faut supposer que AG , BH , sont deux faisceaux de rayons parallèles ou très-peu divergens, qui viennent des deux extrémités opposées d'un objet qui est fort éloigné, & qui se sont croisés avant que d'entrer dans le télescope, de sorte que AG vient de la partie supérieure, & BH de la partie inférieure de cet objet. Dès que ces jets de lumière tombent sur les parties G , H , du miroir concave, les rayons qui les composent, de parallèles qu'ils sont ou à peu-près, deviennent convergens au foyer F , comme on l'a vu dans la Catoptrique; & il se formeroit en cet endroit, une image renversée de l'objet, sans l'interposition du petit miroir IK , qui arrête & réfléchit ces pyramides de lumière, vers le trou latéral LL ; d'où il arrive, que l'image est transposée en cd , sans aucun autre changement, attendu que le petit miroir est plan.

De l'endroit où se forme l'image; les rayons de chaque faisceau recommencent à diverger entr'eux; en passant

fant ensuite par la lentille LL dont le foyer est à la distance cd , ils redeviennent parallèles ; & les jets cylindriques qu'ils forment, s'avancent en convergeant vers l'œil, qui apperçoit l'image de l'objet sous l'angle LOL , & par conséquent beaucoup plus grande qu'à la vûe simple, mais dans une situation renversée. On peut la redresser, en mettant dans le petit tuyau trois lentilles au lieu d'une, comme dans les télescopes de Dioptrique.

XVII.
LEÇON.

Afin qu'on puisse employer dans le tuyau LL , des lentilles de différens foyers, ce tuyau & le petit miroir s'avancent & se reculent ensemble, suivant la longueur du télescope ; par ce moyen, l'image cd s'approche ou s'éloigne de la lentille LL . Et comme on est obligé de regarder de côté, pour diriger avec plus de facilité l'instrument vers l'objet, on y joint ordinairement une lunette composée de deux verres, dont l'axe est parallèle à celui du télescope. Le tout est porté sur un pied qui se hausse & se baisse à volonté ; & le corps de l'instrument est soutenu par deux pivots

~~_____~~
 XVII. lesquels il tourne, pour s'incliner au-
 tant qu'on le veut. Voyez la *Fig. 15.*

LEÇON.

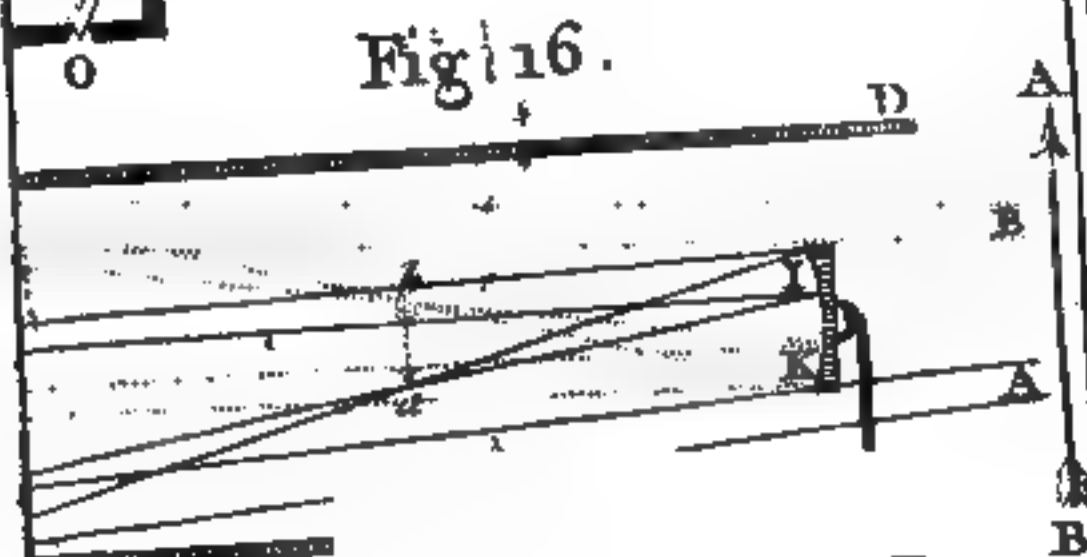
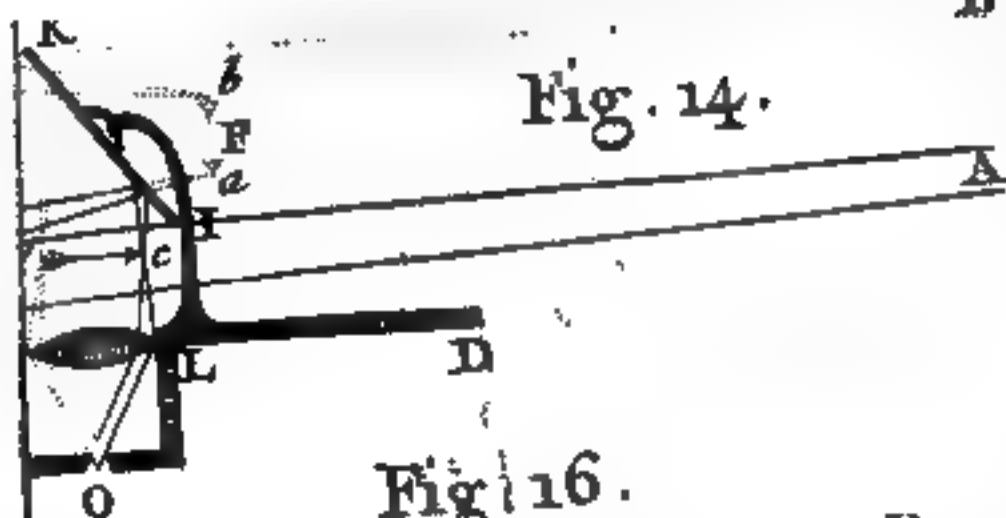
Le télescope Grégorien, tel qu'il est aujourd'hui, est aussi composé d'un gros tuyau *D D D D*, *Fig. 16.* au fond duquel est un miroir concave de métal *G H*, percé au milieu. Vers l'autre bout, est un second miroir de métal *I K* plus concave que le premier, dont le diamètre est un peu plus grand, que celui du trou qui est au milieu du grand miroir; il est porté par une tige qui tient au tuyau, & avec laquelle il peut s'avancer & se reculer dans une coulisse pratiquée à cet effet. Le trou du grand miroir répond à un petit tuyau dans lequel il y a un verre plan convexe *L l*, & un autre *M m* qui est taillé en ménisque ou en lentille; & l'ouverture du côté de l'œil en *O*, est un très-petit trou rond.

Pour entendre comment les images se forment dans cet instrument, il faut encore supposer, comme on l'a fait ci-dessus, pour le télescope Newtonien, que *A G*, *B H*, sont des faisceaux de rayons qui viennent des extrémités opposées d'un objet très-

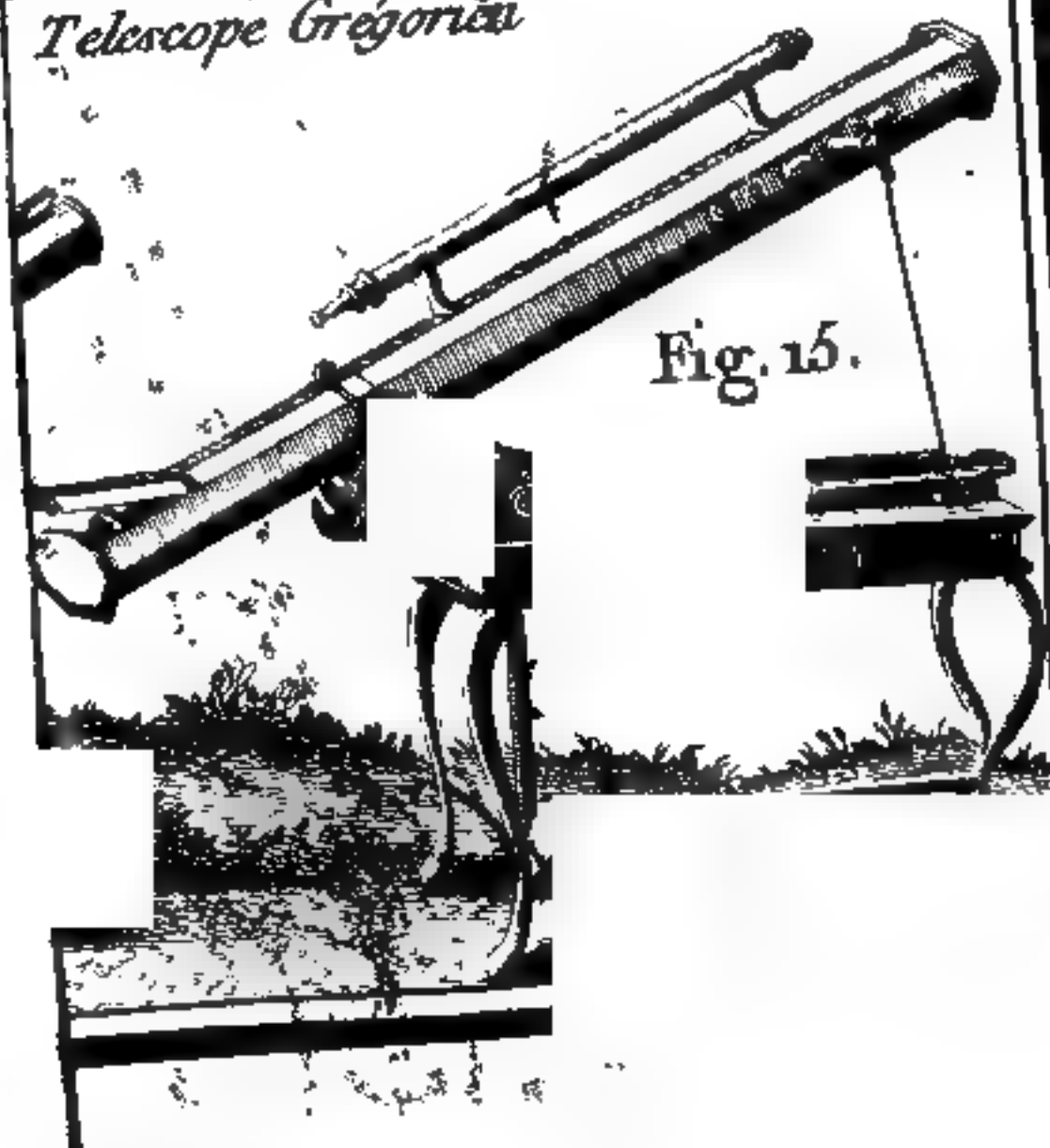
éloigné, & qui se sont croisés avant que d'entrer dans le télescope. Les XVII.
 rayons presque paralleles qui com- L E Ç O N.
 posent chacun de ces jets de lumié-
 re, étant réfléchis par le miroir con-
 cave GH , deviennent convergens,
 & font une image distincte & renver-
 sée à la distance ab , où est le foyer
 des rayons paralleles; ensuite ils de-
 viennent divergens, & s'avancent en
 cet état jusqu'au petit miroir IK , qui
 ayant son foyer un peu plus loin que
 la distance ab d'où ces rayons com-
 mencent à diverger, les rend un peu
 convergens après la réflexion, tel-
 lement que, s'ils ne rencontroient rien
 dans le petit tuyau, ils iroient former
 une image bien au-delà de la dis-
 tance Ll ; mais pour rendre l'instru-
 ment plus court, on les reçoit là, sur
 un verre plan convexe qui augmente
 leur convergence, & qui les réunit à
 la distance cd où se forme l'image;
 ensuite lorsqu'ils sont devenus diver-
 gens, on les fait passer par un autre
 verre qui a son foyer à la distance
 cd , ce qui fait qu'ils sont émer-
 gens par des lignes paralleles, & que
 les faisceaux qu'ils composent, se di-

XVII. rigent de part & d'autre vers O où est
LEÇON. l'œil, & lui font voir l'image sous
 l'angle $n Op$.

Le tuyau est monté sur un genouil qui tient à un support, au moyen de quoi il a tous les mouvemens imaginables. Pour faire approcher le petit miroir du grand, ou pour l'en éloigner, il y a une verge de métal qui tourne dans deux ou trois collets placés sur la longueur du tuyau & dont un bout qui est taillé en vis, enfile l'extrémité de la tige qui porte le petit miroir; cette verge est garnie à son autre bout d'une tête que l'on tient à la main pour la faire tourner d'un côté ou de l'autre, jusqu'à ce qu'on apperçoive l'image de l'objet bien distinctement. Ce mouvement du petit miroir est nécessaire: car quand l'objet qu'on regarde est plus éloigné, l'image s'écarte des oculaires; & quand il est plus près, c'est tout le contraire: comme ces oculaires sont fixes, il faut que le petit miroir s'avance ou se recule, pour entretenir l'image toujours à la même distance de ces verres. C'est pour la même raison que dans les lunettes de



Telescope Grégorien



Dioptrique, le tuyau des oculaires doit se tirer davantage, pour les objets qui sont les moins éloignés.

Le télescope Grégorien que je viens de décrire, fait voir l'objet droit; puisque la dernière image *c d* que l'œil reçoit, est dans la même situation que *A B*. Il est un peu moins clair que celui de Newton, parce qu'il y a deux verres, & que la lumière souffre d'autant plus de déchet, qu'elle a plus d'épaisseur à traverser. Mais à grandeurs égales, il grossit davantage; & bien des gens le préfèrent, parce qu'on place l'œil au bout, comme dans les lunettes de Dioptrique. Voyez la Fig. 17. qui représente un de ces instrumens qui a 15 pouces de longueur; c'est celui qui est plus en usage maintenant pour les objets terrestres.

Microscopes simples & composés.

On appelle *microscopes*, tous les instrumens qui nous font distinguer les objets imperceptibles à la vûe simple; ils nous aident à voir de près, comme les télescopes pour regarder au loin: autant ceux-ci facilitent les

XVII. progrès de l'Astronomie, autant ceux-
LEÇON. là sont avantageux à la Physique & à
 l'Histoire naturelle ; sans eux nous se-
 rions privés d'une infinité de décou-
 vertes & de connoissances utiles, par
 lesquelles se sont illustrés les Borelli,
 les Hook, les Malpighi, les Lewen-
 hoeck, les Reaumur, & tant d'autres
 grands hommes, à qui ces nouveaux
 organes ont dévoilé les secrets de
 la nature.

Les microscopes sont ou simples
 ou composés. Les premiers sont faits
 d'un petit corps transparent, de figu-
 re sphérique ou lenticulaire, & or-
 dinairement ce petit corps est du ver-
 re. Les autres sont des assemblages de
 plusieurs verres, par la combinaison
 & l'arrangement desquels les images
 des objets sont amplifiées, & présen-
 tées d'une manière commode à l'œil
 de l'observateur.

Si l'on veut considérer comme mi-
 croscope, tout ce qui augmente la
 grandeur apparente des corps qu'on
 regarde, il faut rapporter l'invention
 du *microscope simple* au tems où l'on a
 commencé à connoître l'effet des ver-
 res lenticulaires, & c'est remonter au-

delà de 400 ans : mais comme ce nom XVII.
tient pour le moins autant à l'usage L E Ç O N.
qu'on a fait de cette espèce de verre ,
qu'à sa figure & à la propriété qui en
résulte , je ne pense pas que cet ins-
trument ait été connu comme tel ,
avant le commencement du dernier
siècle ; car il me semble qu'on ne voit
point d'observations microscopiques ,
qui ne soient postérieures à ce tems-
là (a). Quant aux *microscopes compo-*
sés , M. Hughens dit avoir appris de
témoins oculaires , que Drebbel son
compatriote , en faisoit à Londres en
1621 : Fontana , dans un Ouvrage
qu'il fit paroître en 1646 , prétend
avoir fait de ces instrumens dès 1618 ;
il ne paroît pas que personne en ait
fait auparavant.

C'est un fait , que plus les lentil-
les transparentes sont petites & con-
vexes , plus elles ont de force pour
grossir les objets : voilà pourquoi un
globule de verre fondu , au bout d'u-
ne aiguille à la bougie , ou une gout-
te d'eau enchâssée dans un trou rond

(a) François Stelluti publia en 1625. la
Description des parties des Abeilles , qu'il avoit
examinées avec une loupe de verre.

XVII.
LEÇON. que l'on fait dans une petite lame de plomb, fait un assez bon microscope: on en comprendra la raison, en examinant ce qui se passe, quand on regarde un petit corps au travers d'une plus grande lentille; & l'on sera peut-être bien surpris de voir, que ce globule de verre & cette goutte d'eau ne sont pas microscopes, en tant qu'ils amplifient l'image de l'objet, mais seulement parce qu'ils la font voir plus clairement, & que le même objet vu par le même trou vuide, & à la même distance paroît aussi grand, que quand on le regarde à travers la goutte d'eau ou à travers le globule de verre.

Supposons l'œil placé en *C*, *Fig.* 18. vis-à-vis & tout près d'un très-petit trou percé à jour dans une lame de métal *DD*, & qu'il regarde par-là un objet placé à une petite distance, il le verra distinctement; parce que, comme le trou est fort petit, l'œil ne peut recevoir de chaque point visible de l'objet qu'un rayon simple, pour ainsi dire, & non pas comme d'ordinaire, un faisceau de rayons divergens, qui ayent besoin d'un cer-

tain degré de réfraction , pour se réunir justement sur la rétine ; l'impression d'un seul rayon est toujours distincte. La grandeur apparente de l'objet sera aussi beaucoup plus grande ; car il sera apperçu sous l'angle ACB beaucoup plus grand que ECF , qu'on suppose être celui, sous lequel ce même objet pourroit être vu distinctement par le même œil, sans l'interposition de la lame trouée ; de sorte que si la distance de l'objet à l'œil qui regarde par le petit trou, est cent fois plus petite, que celle à laquelle il faut placer le même objet, pour le voir distinctement à vue découverte & libre, on peut dire, que l'objet paroît alors cent fois plus grand, qu'on ne le voit ordinairement.

Mais qu'arrivera-t-il de plus, si au lieu de ce petit trou, nous supposons une lentille de verre dd , qui ait son foyer à la distance ab égale à AB ? les rayons simples ac , bc , passeront de même à l'œil en traversant le verre, & l'angle visuel sera toujours acb , comme auparavant ; c'est-à-dire, qu'on verra l'objet de la même grandeur que par le petit trou ;

XVII. mais son image dans l'œil, sans être plus distincte, sera plus claire, parce qu'elle sera formée, non-seulement par les rayons simples ac , bc , &c. mais encore par des rayons collatéraux qui divergeant des mêmes points a , b , &c. se réfracteront dans la lentille, & en sortiront du côté de l'œil, par des lignes parallèles aux premiers ab , bc .

C'est par cette dernière raison, que les microscopes simples font mieux qu'un petit trou à jour; mais leur pouvoir d'amplifier vient essentiellement, de ce que par leur moyen on peut voir distinctement, à une très-petite distance de l'œil. Si l'on veut donc sçavoir combien de fois grossit une lentille, il n'y a qu'à comparer la longueur de son foyer, avec la distance à laquelle on verroit distinctement l'objet, à la vûe simple; si ces deux quantités, par exemple, sont comme $\frac{1}{2}$ ligne & 8 pouces, on peut dire que la lentille grossit 192 fois, parce qu'une $\frac{1}{2}$ ligne est $\frac{1}{192}$ de 8 pouces.

Le microscope simple ne grossissant donc l'apparence des objets, qu'autant qu'ils sont extrêmement

près de lui, & qu'il est lui-même tout contre l'œil, son usage est par-là très-incommode, & même impraticable dans beaucoup d'occasions, parce qu'il y a quantité d'objets auxquels on ne peut pas l'appliquer, & qu'il est toujours très-difficile d'éclairer suffisamment ceux qu'on veut examiner avec cet instrument. Ces inconvéniens ont fait imaginer les microscopes composés, dont le principal mérite est de faire presque autant d'effet que le microscope simple, avec des lentilles d'un foyer plus long; ce qui les rend d'un usage plus étendu & plus facile, sans compter, qu'avec ces instrumens on découvre d'un seul coup d'œil un plus grand nombre de points visibles.

Je n'examinerai point ici quelle est la meilleure combinaison de verres qu'on puisse employer, dans la composition du microscope, ni la grandeur de ces verres, ni leurs distances respectives; je réserve cette discussion pour un autre ouvrage dont j'ai déjà parlé plusieurs fois: il me suffira de suivre ici à l'aide d'une figure, la marche des rayons de la lumière

XVII. dans un microscope à trois verres ;
 c'est celui qui est aujourd'hui le plus
 en usage.

* Fig XIX

Soit donc un objet AB^* , placé un peu plus loin que le foyer de la lentille c , & suffisamment éclairé ; les rayons divergens qui partent de tous les points visibles, comme Ad , Ae , ou Bd , Be , & qui couvrent toute la surface antérieure de la lentille, après avoir souffert les réfractions ordinaires, deviennent émergens, par des lignes un peu convergentes ef , dg ; de sorte que, si rien ne les arrêtoit, ces faisceaux de rayons réunis formeroient une image renversée, à la distance E .

Mais ces jets de lumière étant reçus par la lentille D , de divergens qu'ils étoient, deviennent convergens entr'eux ; & les rayons qui les composent, devenant plus convergens qu'ils ne l'étoient, se croisent & forment à peu de distance de-là, l'image renversée $a b$.

Cette image étant au foyer d'une troisième lentille F , les rayons divergens qui partent des points a , b , &c. en passant par ce verre, se disposent parallèlement entr'eux, for-

ment des jets qui tendent à se réunir en Q où se place l'œil, & font voir l'image ab , sous l'angle kOh , sans comparaison plus grand, que AOB , qui est celui de la vûe simple.

XVII.
LEÇON.

Les plus grands avantages qu'on puisse procurer à ces instrumens, sont, d'être applicables à toutes sortes d'objets, d'être bien éclairés, & de pouvoir être maniés commodément. Il seroit impossible & superflu de dire ici tout ce qu'on a tenté jusqu'à présent, pour remplir ces conditions : chacun a varié la monture du microscope, suivant son génie & ses vûes ; la plûpart des Artistes, pour en augmenter le prix, l'ont chargé de tant de superfluités & d'ornemens déplacés, qu'il faut, pour s'en servir, une étude particulière, que peu de gens veulent se donner la peine de faire. Voici ce que j'y trouve d'essentiel.

Pour comprendre toutes sortes d'objets, il faut que le microscope puisse s'appliquer également à ceux qui sont transparens, & à ceux qui sont opaques. Il est donc à propos pour les premiers, que l'instrument

XVII. puisse se tenir dans une situation à peu près horisontale , afin que le jour y entre , comme dans une lunette ; ou , ce qui est encore mieux , qu'il y ait à quelque distance sous la lentille objective , un miroir qui s'incline à volonté , pour prendre la lumière du jour , ou d'une bougie , & la réfléchir sous l'objet qu'on observe. Quant aux corps opaques , on les illumine en rassemblant la lumière dessus par le moyen d'un miroir , ou d'un verre lenticulaire disposé convenablement pour cet effet.

La plus grande difficulté qui se rencontre dans l'usage du microscope , c'est de placer l'objet à la distance précise , à laquelle il convient qu'il soit de la lentille objective ; il faut que cela se fasse par des mouvemens très-aisés à mesurer , sur-tout quand le verre est d'un foyer fort court ; & c'est en quoi la plupart des Artistes réussissent le moins ; ou le plus souvent , cet avantage est compensé par des défauts qui en diminuent bien le mérite. Ce qui s'est pratiqué de mieux jusqu'à présent , ce sont des vis bien faites , qui font des-



cendre & glisser également le corps du microscope le long de son portant. XVII.

Un microscope qui n'auroit qu'une lentille objective, ne pourroit servir qu'à des objets d'une certaine grandeur ; il faut qu'il y en ait plusieurs de différentes forces qu'on puisse placer successivement au bout du tuyau ; mais je trouve aussi, qu'il est inutile d'en avoir un si grand nombre ; trois ou quatre suffisent pour l'observateur le plus exact & le plus occupé. Si l'on est curieux de connoître la forme extérieure des microscopes dont je me fers le plus, on peut jetter les yeux sur la *Fig. 6^e*. de la première Leçon, *Tome I.* & sur la *Fig. 20^e*, gravée ci après.

*Lanterne Magique, & Microscope
Solaire.*

LA Lanterne magique est un de ces instrumens, qu'une trop grande célébrité a presque rendu ridicules aux yeux de bien des gens. On la promene dans les rues, on en divertit les enfans & le peuple ; cela prouve, avec le nom qu'elle porte, que ses effets sont curieux & surprenans :

XVII.
LEÇON, & parce que les trois quarts de ceux qui les voyent, ne sont pas en état d'en comprendre les causes, quand on les leur diroit, est-ce une raison pour se dispenser d'en instruire les personnes qui peuvent les entendre? Si le grand Newton s'est occupé sérieusement à souffler des globes creux, avec de l'eau chargée de savon, n'est-ce point une leçon qui nous apprend, qu'aux yeux d'un Philosophe rien ne doit paroître puérile, quand on en peut tirer des instructions?

Nous tenons la Lanterne magique du Pere Kirker, Jésuite Allemand, qui joignoit à un grand sçavoir une sagacité singulière, & un génie fort inventif. La propriété de cette machine est de faire paroître en grand, sur une muraille blanche, ou sur une toile tendue dans un lieu obscur, des figures peintes en petit, sur des morceaux de verre mince, & avec des couleurs bien transparentes.

Pour cet effet, on éclaire fortement par derrière le verre peint, qu'on peut appeller *porte-objets*, & l'on place par-devant, à quelque distance

distance l'un de l'autre, deux verres XVII.
lenticulaires qui rassemblent sur la L E Ç O N.
toile, ou sur la muraille, les rayons
divergens qui partent de chaque
point de l'objet, & qui laissent diver-
ger entr'eux, tous les pinceaux de lu-
mière formés par ces rayons : ren-
dons ceci sensible par une figure.

A B, Fig. 21. est un miroir concave
de métal ou de glace. *C*, est la flam-
me d'une très-grosse chandelle, ou
d'une lampe, placée un peu plus près
du miroir, que le foyer des rayons
parallèles. *D d* est un verre convexe
des deux côtés, & plus large que le
porte-objet *E e*, qui est immédiate-
ment après. A quelque distance de-
là est un autre verre lenticulaire *G g* ;
& un peu plus loin encore, un autre
moins convexe *H h*, & un peu moins
large.

Ces deux derniers verres sont mo-
biles dans un gros tuyau, afin qu'on
puisse les éloigner & les approcher
l'un de l'autre, autant qu'il est né-
cessaire pour rendre l'image distinc-
te sur la toile. Ce tuyau est attaché
au-devant d'une boîte carrée dans
laquelle on renferme le miroir, la

XVII.
LEÇON. lampe & le premier verre lenticulaire; de sorte qu'il ne passe de lumière dans la chambre, que celle qui vient au travers du verre peint. Tout étant ainsi disposé, si la figure qui est peinte se trouve renversée, comme *E e*, elle paroît sur la muraille amplifiée & droite comme *K L*.

On produit le même effet, & d'une manière beaucoup plus belle, en faisant tomber derrière le verre peint, un gros rayon solaire, par le moyen d'un miroir placé en dehors d'une fenêtre; mais afin que cette lumière se distribue plus également, il faut mettre un morceau de papier huilé en place du verre convexe *D*, qui doit être supprimé, ainsi que la lampe & le miroir concave.

L'objet *E e* étant transparent & fortement illuminé par derrière, laisse passer dans la chambre, par tous les points visibles de sa surface, des faisceaux de rayons divergens, comme *EM; em*, lesquels faisceaux sont inclinés entr'eux vers le verre lenticulaire *G g*. Ce verre produit deux effets : il augmente la convergence des faisceaux, qui se croisent

bientôt après, & il diminue jusqu'au parallélisme, la divergence des rayons qui les composent. Enfin toute cette lumière passant encore à travers la lentille *H h**, les faisceaux continuent de diverger entr'eux, & les rayons dont ils sont formés, se rassemblent dans des points *K*, *L*, &c. sur la muraille ou sur la toile; & comme ces faisceaux de lumière se sont croisés entre les deux verres lenticulaires *G g*, *H h*, ils tracent l'image en sens contraire de l'objet d'où ils sont partis. Pour rendre l'image plus distincte, on met entre les deux verres *G*, *H*, où les rayons se croisent, un anneau de bois ou de carton, dont l'ouverture est telle, qu'elle ne laisse passer que la lumière nécessaire, & régulièrement réfractée par la lentille *G*. Voyez la *Fig. 22.* qui représente toute la machine & son effet dans l'obscurité.

Ordinairement les verres peints qui servent d'objets aux Lanternes magiques, sont des bandes qui ont 8 ou 10 pouces de longueur, & que l'on fait glisser par une coulisse pratiquée auprès du verre *D d*, à l'endroit où est

B b b ij

XVII. attaché le tuyau qui porte les deux
LEÇON. lentilles *Gg*, *Hh*, & ces bandes de
 verre sont simples. Mais dans un
 voyage que je fis en Hollande en
 1736, M. Muschenbroëk m'en fit
 avoir d'autres que je trouvai bien ima-
 ginés, en ce que les figures y ont des
 mouvemens qui semblent les animer.
 L'une est un moulin à vent dont les
 ailes tournent : l'autre est une femme
 qui fait la révérence en passant : dans
 un autre, c'est une mâchoire qui se
 meut, ou un cavalier qui ôte son
 chapeau, & qui le remet, &c. On
 peut voir dans les Essais de Physique
 de M. Muschenbroek, * comment
 toutes ces petites manœuvres s'exé-
 cutent ; je dirai seulement en géné-
 ral, que cela se fait par le moyen de
 deux morceaux de verre, dont l'un
 enchâssé dans un morceau de planche
 percée à jour, porte une partie de la
 figure, & l'autre placé par-dessus, &
 qui n'est chargé que de la partie mobi-
 le, se met en mouvement par le
 moyen d'un cordon, ou d'une petite
 regle qui glisse dans une coulisse, pra-
 tiquée dans l'épaisseur de la planche.

* P. 623.
 in-4°.

En 1743, il nous vint de Londres

un nouvel instrument d'optique sous ~~le nom de microscope solaire~~ le nom de *microscope solaire* inventé, XVII. peu de tems auparavant, par M. Lié- LEÇON berkuyne de l'Académie Royale des Sciences de Berlin; c'est à proprement parler, une lanterne magique, éclairée par la lumière du Soleil, & dont le porte-objet, au lieu d'être peint, n'est qu'un petit morceau de verre blanc, que l'on charge d'une goutte de liqueur dans laquelle il y a des insectes, de quelques poussieres, ou autres corpuscules transparens: il y a encore cette différence, (qui n'est point essentielle) qu'au lieu des deux lentilles G, H, Fig. 21, il n'y en a qu'une, d'un foyer fort court.

Supposez donc une chambre bien fermée & bien obscure, qui ait une fenêtre au midi, ou à peu près, qu'il y ait un trou au volet, pour introduire un gros rayon du Soleil par le moyen du miroir A B, Fig. 23. placé en dehors; qu'au trou de la fenêtre, soit ajusté un tuyau garni d'une lentille de verre C, dont le foyer soit à 8 ou 9 pouces de distance. Le petit verre D qui porte l'objet étant placé dans ce jet de lumière vive, si l'on

~~XXXXXXXXXX~~ XVII. **L E Ç O N.** approche la lentille *E*, de manière que le porte-objet soit un peu plus loin que son foyer, tout ce qui est dessus paroît prodigieusement amplifié sur une muraille, ou sur une toile blanche élevée verticalement, à 10 ou 12 pieds de distance vers le fond de la chambre; & ce qu'il y a de singulier, c'est que les images sont distinctes à toutes sortes de distances de la lentille.

Pour bien entendre la raison de cet effet, il faut sçavoir que la lentille *E* est couverte du côté de l'objet, avec une petite lame de plomb mince, qui n'a d'autre ouverture qu'un trou percé au milieu, comme celui que pourroit faire une épingle; cela fait que les jets de lumière qui partent des différens points de l'objet, & qui viennent se croiser dans ce petit trou, restent dans toute leur longueur, comme des rayons simples & fort vifs: ils sont capables par ces deux raisons, de tracer distinctement les images à différentes distances; & parce qu'ils se sont croisés dans la lentille, ils peignent sur le haut de la toile, ce qui est placé en bas sur le

petit verre blanc qui porte les objets. 

Le microscope solaire est encore XVII.
plus curieux & plus intéressant que L E Ç O N
la lanterne magique. Une puce écrasée sur le porte-objet, se voit grosse comme un mouton ; les poussières de papillon ressemblent à des feuilles d'œillet ; un cheveu paroît gros comme un manche à balai ; & les plus petits insectes , qu'on puisse saisir avec la pointe d'une aiguille dans les eaux croupies , se présentent avec des formes & des variétés qu'on ne se lasse point d'admirer ; mais rien n'est si beau que la circulation du sang , observée avec cet instrument dans le mésentère d'une petite grenouille , ou dans la queue d'un testard ; on diroit voir une carte de Géographie , dont toutes les rivières feroient animées par un écoulement réel.

Mais comme l'objet est au foyer d'un verre convexe , il peut y être exposé à un degré de chaleur qui le dessèche trop vite , ou qui le fasse périr ; quand on craint cet accident , il faut couvrir une partie du verre lenticulaire , ou placer l'objet un peu plus près , ou un peu plus loin que le vrai foyer.

XVII. Leçon. Dès les premières épreuves que je fis du microscope solaire, il me parut propre à étendre les progrès de l'Histoire Naturelle, par la facilité qu'il donne de voir en grand, & de dessiner certaines parties des animaux & des végétaux, qui peuvent acquérir une transparence suffisante, par la macération ou autrement. Mais cet instrument, tel qu'il m'est venu d'Angleterre me laissoit quelque chose à désirer: il n'étoit pas d'un usage commode pour toutes sortes d'objets, & il étoit d'un prix assez haut, pour faire craindre que tous ceux qui seroient en état de s'en servir utilement, ne pussent l'acquérir sans s'incommoder. Je m'appliquai donc à simplifier sa construction, & à la rendre telle cependant, qu'on pût examiner tout ce qu'on voudroit: celui qui est représenté par la *Fig. 24.* a ce dernier avantage; & l'ouvrier qui les fait & qui les débite, ne les vend que quarante-huit livres, argent de France (*a*).

(*a*) Je dois avertir ici que depuis la première Edition de ce volume, j'ai remarqué que ces instrumens dont toutes les pièces étoient de bois
A B C,

ABC Fig. 24. est une planche quarrée, dont chaque côté a 7 à 8 pouces. Elle est percée aux quatre coins, pour recevoir 4 vis, avec lesquelles on l'attache sur le volet de la fenêtre, où il y a un trou rond de 5 à 6 pouces de diamètre.

Au milieu de cette planche qui fait partie du volet, quand elle y est attachée, est un trou rond dans lequel tourne librement le tuyau *D*, qui porte à l'une de ses extrêmités le cercle de bois plat *Ee*.

Ce cercle est percé au milieu, pour recevoir un verre lenticulaire qui a près de deux pouces de diamètre, & 9 pouces de foyer; & sur les bords sont fixées deux règles de métal *Ff*, qui portent en avant le miroir *Gg*.

Ce miroir, qui est en dehors de la fenêtre, & qui sert à jetter la lumière du Soleil sur le verre lenticulaire dont je viens de parler, peut se tourner à droite ou à gauche avec le tuyau *D*, s'incline plus ou moins quand on tire, ou quand on pousse

perdoient quelquefois la liberté de leurs mouvemens, j'ai mieux aimé augmenter la dépense d'un tiers pour les rendre plus solides.

XVII. la petite lame *H*, qui répond dans la
LEÇON. chambre; de sorte que par ces deux
 mouvemens, on peut toujours le
 présenter convenablement au Soleil,
 pour faire tomber la lumière de cet
 astre dans la direction du tuyau *D*.

K est un autre tuyau qui glisse dans
 le premier, & au bout duquel est fi-
 xée une petite platine de bois dur, ou
 de buis, au centre de laquelle il y a
 un trou rond de 4 à 5 lignes de dia-
 mètre, & au-dessous, une espèce de
 pince plate, dans laquelle s'engage
 le verre qui sert de porte-objet; de
 manière, que ce que l'on a dessein
 de voir, se trouve vis-à-vis du trou,
 & que le trou, lorsqu'on fait avancer
 le tuyau, se met lui-même au foyer
 du grand verre convexe.

La platine de bois dont je viens de
 parler, a une queue qui porte deux
 petits bouts de tuyau de cuivre qui
 font ressort, & dans lesquels glissent
 deux petites tiges d'acier, aux bouts
 desquelles est fixé le porte-lentille *I*;
 ainsi, en appuyant doucement avec le
 doigt, on fait approcher la lentille
 de l'objet, autant qu'il est nécessai-
 re, pour voir distinctement les ima-

ges, sur la toile qui est au fond de la chambre.

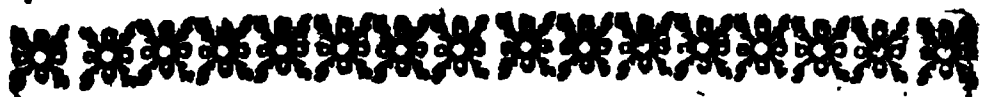
XVII.

LEÇON.

Cette construction a cela de commode, qu'on peut placer l'objet tout à son aise, & appercevoir quand le rayon solaire tombe en plein sur le petit trou de la lame de plomb qui couvre la lentille: ce qui met l'usage de cet instrument à la portée de tout le monde.

Voilà quels sont les instrumens d'optique les plus connus & les plus usités. Ce que j'en ai dit ne suffiroit pas sans doute, pour quiconque voudroit les construire ou les perfectionner: dans cet Ouvrage qui est purement élémentaire, j'ai cru devoir me borner au seul dessein d'en faire comprendre les effets.

Fin du cinquième Volume.



TABLE

DES MATIERES

Contenues dans ce Volume.

XV. LEÇON.

Sur la Lumiere.

NOTIONS générales, & Division des Matières traitées dans ce volume. p. 1.

I. SECTION.

De la nature & de la propagation de la lumière. 4.

Pensée de Descartes, sur la nature & la propagation de la lumière. 7.

Pensée de Newton sur le même sujet. 9.

I. EXPÉRIENCE, qui prouve que la lumière est l'action d'une matière qui est présente par-tout au-dedans comme au-dehors des corps. 16.

II. Exp. qui prouve que la matière de la lumière qui réside à la superficie des corps, peut être mise en action par la seule clarté du jour. 21.

III. Exp. pour prouver que cette même matière peut être excitée par l'action du feu, 26.



DES MATIERES. 581

Histoire des phosphores tant naturels qu'artificiels. 28.

Réflexions sur la vitesse & sur le mouvement progressif de la lumière. 46.

I I. SECTION.

Des directions que suit la lumière dans ses mouvemens. 57.

ART. I. De la lumière directe ou des principes de l'Optique proprement dite. 58.

I. Exp. par laquelle on prouve que la lumière procédant d'un point radieux, s'étend en forme de rayons divergens. 65.

II. Exp. par laquelle on fait voir que la lumière qui procède d'un point radieux, s'affaiblit en s'éloignant de ce point, en raison du quarré de la distance. 70.

APPLIC. de ces deux Expériences aux phénomènes de la vision qui dépendent de la rectitude des rayons de lumière, de leur densité & de leur interruption. 72.

III. Exp. qui montre comment de tous les points d'un objet éclairé, il part une infinité de pinceaux ou jets de rayons divergens, qui se croisent à différens endroits & à différentes distances. 90.

IV. Exp. par laquelle on voit que ces jets de lumière après leur croisement, forment des angles semblables & opposés par leurs sommets à ceux qu'ils formoient avant que de se rencontrer. 94.

APPLIC. de ces deux Expériences aux phénomènes de la vision qui concernent la formation des images, leur situation, leur grandeur, leur figure, leur degré de clarté & l'estimation de la distance de l'objet. 97.

XVI. LEÇON.

Sur la Lumière.

Suite de la seconde Section.

ART. II. De la lumière réfléchie, ou des principes de la Catoptrique.

Discours préliminaire sur la manière dont les surfaces réfléchissent la lumière. 142.

I. Exp. par laquelle on apprend que la lumière fait son angle de réflexion égal à celui de son incidence. 161.

Conséquences de ce principe, exposées par la voie de l'Expérience. 168.

P R E M I E R C A S.

Si des rayons paralleles dans leur incidence sont réfléchis par un miroir plan. 170.

II. Exp. qui prouve que ces rayons étant réfléchis par un miroir plan, demeurent constamment paralleles comme auparavant. *Ibid.*

S E C O N D C A S.

Si des rayons divergens dans leur incidence sont réfléchis par un miroir plan. 174.

III. Exp. par laquelle on voit que la réflexion causée par le miroir plan, ne change point le degré de divergence des rayons. *Ibid.*

T R O I S I E M E C A S.

Si des rayons convergens dans leur incidence sont réfléchis par un miroir plan. 175.

IV. Exp. qui montre qu'après une telle rés

DES MATIÈRES. 583

Réflexion, les rayons conservent leur même degré de convergence. *ibid.*

APPLIC. des Expériences précédentes à l'invention des miroirs & aux différens usages qu'on en peut faire, à la formation des images, à leur distance, à leur grandeur, à leur situation, à leur figure, à leurs mouvemens, à leur multiplication, &c. 178.

Effets des miroirs prismatiques & pyramidaux. 193.

QUATRIÈME CAS.

Si des rayons convergens dans leur incidence sont réfléchis par un miroir convexe. 196.

V. Exp. par laquelle on voit que la réflexion causée par un miroir convexe diminue la convergence des rayons. *ibid.*

CINQUIÈME CAS.

Si des rayons qui tombent parallèles entr'eux sont réfléchis par un miroir convexe. 197.

VI. Exp. qui prouve que ces rayons deviennent divergens par la réflexion, si le miroir qui les renvoie est convexe. *Ibid.*

SIXIÈME CAS.

Si des rayons divergens sont réfléchis par un miroir convexe. 198.

VII. Exp. qui apprend que ces rayons deviennent plus divergens, étant renvoyés par un miroir convexe. *ibid.*

Explications de tous ces effets. *ibid.*

APPLIC. qu'on en peut faire, pour rendre raison de la foible lumière qui nous vient des

Planètes par comparaison à celle du Soleil ;
du froid qui regne communément sur les
montagnes , &c. 202.

Examen des images formées par les miroirs
convexes , par rapport à leur grandeur , à
leur distance , à leur situation , à leur fi-
gure , &c. 204.

S E P T I E M E C A S.

*Si des rayons parallèles sont réfléchis par un
miroir concave. 211.*

VIII. Exp. par laquelle on fait voir que ces
rayons deviennent convergens. *ibid.*

H U I T I E M E C A S.

*Si des rayons convergens entr'eux sont réflé-
chis par un miroir concave. 212.*

IX. Exp. qui montre que ces rayons devien-
nent plus convergens qu'ils ne l'étoient
avant de toucher le miroir. *ibid.*

N E U V I E M E C A S.

*Si des rayons divergens dans leur incidence
sont réfléchis par un miroir concave. ibid.*

X. Exp. qui prouve que ces rayons de lumié-
re deviennent moins divergens. *ibid.*

Explication de tous ces effets. 213.

Usage des miroirs concaves , pour rassembler
les rayons solaires & pour former des foyers.
216.

Expérience curieuse des deux miroirs. 218.

Formation des images par les miroirs conca-
ves , leur distance , leur grandeur , leur si-
tuation, 221.

DES MATIERES. 585

Différentes manières de former des miroirs concaves d'une ou de plusieurs pièces. 228.

Manière de mettre au teint ceux que l'on forme d'une seule glace. 230.

Remarques sur les miroirs mixtes.

Effets des miroirs cylindriques. 234.

Raison de ces effets. 236.

Effets des miroirs coniques. 239.

Raison de ces effets. 240.

ART. III. *De la lumière réfractée, ou des principes de la Dioptrique.*

De la réfraction de la lumière, & des conditions qu'elle exige. 244.

I. Exp. d'où l'on déduit les loix de la réfraction de la lumière 248.

Loix de la réfraction de la lumière.

I. Loi. 253.

II. Loi, avec ses modifications, *ibid.*

III. Loi. 254.

IV. Loi. *ibid.*

V. Loi. 255.

Sentiment de Descartes, sur les causes de la réfraction de la lumière. *ibid.*

Opinions des Newtoniens, sur le même sujet. 260.

Explication de plusieurs faits, concernant la vision des objets qu'on regarde de l'air dans l'eau, ou de l'eau dans l'air. 265.

Remarques sur les réfractions Astronomiques. 267.

Apparences trompeuses qui s'en suivent. 272.

Des routes que suit la lumière en traversant des milieux plus denses que l'air de l'atmosphère. 274.

PREMIER CAS.

Si des rayons paralleles dans leur incidence, passent d'un milieu rare dans un plus dense, qui soit terminé par une surface plane. 276.

II. Exp. Qui prouve, qu'en pareil cas, les rayons réfractés demeurent paralleles entr'eux. *ibid.*

S E C O N D C A S.

Si des rayons convergens dans leur incidence traversent un milieu plus dense que l'air, & terminent par deux surfaces planes paralleles entr'elles. 279.

III. Exp. qui fait voir que la convergence de ces rayons diminue, quand ils entrent, & qu'elle augmente quand ils sortent d'un tel milieu. 280.

T R O I S I E M E C A S.

Si des rayons divergens dans leur incidence entrent dans un milieu plus dense ou plus rare, & terminent par des surfaces planes & paralleles entr'elles. 281.

IV. Exp. par laquelle on voit que de tels rayons en telle circonstance perdent une partie de leur divergence en entrant, & qu'ils la reprennent en sortant. *ibid.*

Explication des Expériences précédentes. 282.

I. COROL. concernant les milieux réfringens, terminés par deux surfaces courbes & paralleles. 286.

II. COROL. touchant les milieux réfringens terminés par des surfaces planes & inclinées entr'elles. 288.

DES MATIERES. 587

Applications de tous ces effets à la vision des objets qu'on regarde à travers les milieux plus denses que l'air, & qui sont terminés par des surfaces planes, parallèles ou inclinées entr'elles. *ibid.*

Effets des prismes triangulaires, & des verres à facettes. 295.

QUATRIEME CAS.

Si des rayons parallèles passent d'un milieu rare dans un milieu plus dense, terminé par une surface convexe. 298.

V. Exp. par laquelle on apprend que ces rayons deviennent convergens. *ibid.*

CINQUIEME CAS.

Si des rayons convergens qui sortent d'un milieu rare, sont reçus dans un milieu plus dense, & terminé par une surface convexe. 299.

VI. Exp. par laquelle on voit comment ces rayons peuvent devenir plus ou moins convergens qu'ils ne le sont naturellement, ou demeurer tels qu'ils sont en passant de l'air dans ce milieu réfringent. *ibid.*

SIXIEME CAS.

Si des rayons divergens passent d'un milieu rare dans un plus dense, terminé par une surface convexe. 301.

VII. Exp. qui prouve que ces rayons perdent une partie de leur divergence, & qu'ils peuvent devenir parallèles & même convergens. *ibid.*

Observation sur le point de convergence des

rayons de la lumière réfractée. 303.

Explications de tous ces effets. *ibid.*

Application de tous ces effets, aux bocaux & aux lentilles de verre dont on se sert pour former des foyers brûlants, ou pour amplifier les images des objets. 309.

SEPTIEME CAS.

Si des rayons paralleles passent d'un milieu rare dans un milieu dense, terminé par une surface concave. 322.

VIII. Exp. qui prouve que les rayons deviennent divergens. *ibid.*

HUITIEME CAS.

Si des rayons convergens passent d'un milieu rare dans un milieu dense qui soit terminé par une surface concave. 323.

IX. Exp. qui fait voir que ces rayons deviennent nécessairement moins convergens qu'ils ne l'étoient, & qu'ils peuvent devenir paralleles & même divergens. *ibid.*

NEUVIEME CAS

Si des rayons divergens sortent d'un milieu rare pour entrer dans un milieu plus dense, qui soit terminé par une surface concave. 326.

X. Exp. qui montre que ces rayons peuvent ne souffrir aucun changement, & qu'ils peuvent aussi devenir plus ou moins divergens qu'ils ne le sont naturellement. *ibid.*

Explication de tous ces effets. 327.

Propriétés & usages des verres concaves. 328.

XVII. LEÇON.

Suite des Propriétés de la Lumière,

III. SECTION.

De la lumière décomposée, ou de la nature des Couleurs.

Différentes manières de considérer les couleurs. 336.

ART. I. *Des couleurs considérées dans la lumière.*

Histoire de la découverte de Newton. 341.

I. Exp. qui donna occasion à cette découverte. 344.

Conjectures qui servirent d'abord d'explication à l'expérience du prisme. 349.

II. Exp. par laquelle on voit qu'une seconde réfraction ne détruit pas les effets produits par la première. 354.

Raison de cet effet. 355.

III. Exp. par laquelle on voit que l'image colorée produite par le prisme de la première expérience, est un assemblage de cercles de lumière de différentes couleurs. 357.

IV. Exp. qui prouve que les rayons de lumière sont constamment plus réfrangibles les uns que les autres. 360.

V. Exp. qui confirme cette vérité. 362.

VI. Exp. par laquelle on voit que les rayons qui sont les plus réfrangibles sont aussi les plus réfléchibles. 366.

VII. Exp. par laquelle on fait voir sept espèces de lumière de différentes couleurs bien distinctes. 372.

VIII. Exp. qui prouve que la couleur de chaque rayon homogène est inaltérable. 377.

IX. Exp. par laquelle on voit que les couleurs composées qui imitent celles des rayons homogènes, ne sont point indécomposables comme elles. 385.

X. Exp. qui prouve que la privation de couleur dans la lumière hétérogène, vient du mélange complet de tous les rayons simples. 390.

Explication des apparences qu'on observe en regardant les objets éclairés au travers d'un prisme. 394.

Effets semblables à celui du prisme. 401.

Différence des rayons les plus réfrangibles à ceux qui le sont le moins, déterminée par Newton. 405.

Conséquence de cette différence, par rapport aux télescopes de réfraction. *ibid.*

Explication de l'Iris ou de l'*Arc-en-Ciel*. 409.

Expérience qui fait voir comment naissent les couleurs qu'on observe dans ce phénomène. 410.

ART. II. Des couleurs considérées dans les objets & dans le sens de la vue.

Conjectures sur la manière dont les rayons homogènes sont réfléchis par les surfaces ou transmis par les épaisseurs des corps. 418.

I. Exp. de laquelle on peut conclure que la réflexion & la transmission de telle ou telle espèce de lumière, dépend du degré de ténuité des parties qui composent les corps qu'on nomme *colorer*. 426.

II. Exp. dans laquelle on produit plusieurs faits qui rendent cette supposition très-plausible. 431.

DES MATIERES. 591

Raisons de plusieurs effets naturels, tirées de cette Expérience. 436.

Influence de l'air sur plusieurs changemens de couleurs. 438.

Changemens de couleurs causés par les fermentations. 445.

Précautions de pratique, pour rendre les couleurs fixes. 446.

Causes de la transparence & de l'opacité. 448.

III. Exp. qui prouve que la transparence a pour principale cause l'homogénéité des parties. 450.

Observation de plusieurs faits qui concourent à prouver la même chose. 451.

IV. Exp. par laquelle on prouve que l'opacité vient d'un assemblage de parties hétérogènes, & d'une porosité irrégulière & mal alignée. 454.

Explications de plusieurs effets qui ont rapport à cette Expérience. 456.

IV. SECTION.

Sur la vision & sur les instrumens d'Optique.

Deux sortes de vision à distinguer. 461.

ART. I. *De la Vision naturelle.*

Description de l'œil & ses fonctions. 464.

I. Exp. qui représente artificiellement la vision. 472.

Observations sur les fonctions de l'œil, sur ses différentes maladies, & sur divers phénomènes qui concernent la vision naturelle. 474.

Deux couleurs considérées dans le sens de la vue. 507.

Des couleurs accidentelles. 510.

Vision des objets noirs. 515.

392 TABLE DES MATIERES.

ART. II. *De la Vision aidée par les instrumens d'Optique.*

Invention & usage des lunettes, tant convexes que concaves. 519.

Leurs propriétés démontrées par une expérience. 528.

Chambre noire, par qui inventée. 529.

Description & usage d'une chambre noire très-portative & très-commode. 532.

Polémoscopes de différentes façons. 535.

Boîtes optiques de différentes constructions, avec l'explication de leurs effets. 537.

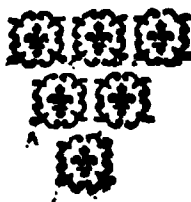
Télescopes de réfraction & de réflexion, leur histoire, leur usage & l'explication de leurs effets. 540.

Microscopes simples & composés; depuis quand inventés: raisons de leurs effets. 557.

Lanterne magique, son Auteur, sa construction: explication de ses effets. 567.

Microscope solaire, dans quel tems, & par qui inventé; sa description, & l'explication de ses effets. 572.

*Fin de la Table des Matières du
Tome cinquième.*



Le Privilège est dans les précédens Volumes.

